

GUSTAVO GUIMARÃES AGUIAR DE OLIVEIRA

**EFEITOS DAS ALTERAÇÕES DA TEMPERATURA MUSCULAR INDUZIDAS  
PELA EXPOSIÇÃO AOS AMBIENTES QUENTE E FRIO EM RELAÇÃO AO  
DESEMPENHO DOS *SPRINTS* REPETIDOS EM CICLOERGÔMETRO**

Belo Horizonte  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG  
2016

Gustavo Guimarães Aguiar De Oliveira

**EFEITOS DAS ALTERAÇÕES DA TEMPERATURA MUSCULAR INDUZIDAS  
PELA EXPOSIÇÃO AOS AMBIENTES QUENTE E FRIO EM RELAÇÃO AO  
DESEMPENHO DOS *SPRINTS* REPETIDOS EM CICLOERGÔMETRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre em Ciências do Esporte.

Área de Concentração: Treinamento Esportivo

Linha de pesquisa: Termorregulação, Metabolismo e Fadiga no exercício e no Treinamento.

Orientador: Prof. Dr. Emerson Silami Garcia

O48e Oliveira, Gustavo Guimarães Aguiar de

2016 Efeitos das alterações da temperatura muscular induzidas pela exposição aos ambientes quente e frio em relação ao desempenho dos sprints repetidos em cicloergômetro. [manuscrito] / Gustavo Guimarães Aguiar de Oliveira – 2016.  
70f., enc.: il.

Orientador: Emerson Silami Garcia

Mestrado (Dissertação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Bibliografia: f. 59-63

1. Exercícios físicos – Aspectos fisiológicos - Teses. 2. Temperatura – Efeitos fisiológicos - Teses. 3. Regulação Corporal - Teses. 4. Fadiga – Teses. I. Garcia, Emerson Silami. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 612:796

Ficha catalográfica elaborada pela equipe de bibliotecários da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional  
Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte

A Dissertação intitulada "Efeitos das Alterações da Temperatura Muscular Induzidas pela Exposição aos Ambientes Quente e Frio em Relação ao Desempenho dos Sprints Repetidos em Cicloergômetro", de autoria do mestrando Gustavo Guimarães Aguiar de Oliveira, defendida em 28 de abril de 2016, na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, foi submetida à banca examinadora composta pelos professores:

Prof. Dr. Emerson Silami Garcia (Orientador)  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional  
Universidade Federal de Minas Gerais

Prof. Dr. Luciano Sales Prado  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional  
Universidade Federal de Minas Gerais

Prof. Dr. Orlando Laitano Lionello Neto  
Universidade Federal do Vale do São Francisco

\*Como o Prof. Orlando Laitano Lionello Neto participou da Banca à distância, o Prof. Dr. Emerson Silami Garcia, orientador e presidente da comissão assinará a ata em nome do mesmo e terá validade de 60 dias. Procedimento aprovado pelo colegiado de Pós-Graduação em Ciências do Esporte.

Belo Horizonte, 28 de abril de 2016.

“O maior inimigo do conhecimento não é a ignorância,  
Mas a ilusão do conhecimento.”  
(Stephen Hawking)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, inicialmente, por tudo que ele me proporcionou e continua me proporcionando.

Agradeço aos meus pais, Salete e Mildo, pelo amor incondicional, confiança, sacrifício e dedicação. Obrigado por me apoiarem em todas as minhas decisões e momentos da minha vida.

Minha gratidão também à minha irmã, Dayanna, pelos momentos de confiança e por sempre me apoiar.

Aos meus avós, familiares e amigos pelo incentivo incondicional à minha carreira.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Emerson Silami Garcia, pelo exemplo de profissional. Obrigado por ter me aceitado para a realização desta pesquisa e pela confiança depositada em mim. Sem o seu apoio este sonho não seria realizado!

Ao meu “co-orientador”, Prof. Dr. Samuel Penna Wanner, pela atenção, confiança, apoio, paciência, orientação e contribuições. Obrigado por incentivar o desenvolvimento deste trabalho nos momentos em que mais precisei. Sua postura ética e profissional são exemplos que também pretendo carregar em minha carreira profissional.

Ao Prof. Dr. Luciano Sales Prado pelas discussões e ensinamentos ao longo deste período.

Ao Prof. Dr. Christian Emmanuel Torres Cabido pela confiança, apoio, incentivo, paciência, orientação e aprendizado em todos os momentos necessários.

À Profa. Dra. Danusa Dias Soares por ter me concedido a primeira oportunidade de conhecer e participar do LAFISE. Ainda me lembro do primeiro dia de nossa conversa...

A todos os colegas e amigos do LAFISE agradeço por me receberem de braços abertos e por me proporcionarem momentos fantásticos ao longo dessa minha estadia no laboratório. Agradeço em especial ao Matheus Mascarenhas Sacchetto Nunes Leite, Marcelo Teixeira de Andrade, Diogo Antônio Soares Pacheco, Wesley Henrique Santos, Adriano Araújo Lobo do Carmo, Thiago Teixeira Mendes, Felipe Lioe Teh Shang, Ana Cançado Kunstettere e William Coutinho *Damasceno*. Muito Obrigado pelo convívio, companheirismo, amizade, colaboração, discussões, tolerância, confiança, apoio, oportunidades. E também pelos diversos momentos de diversão. Confesso que aprendi muito com vocês. Mais uma vez, MUITO OBRIGADO!

Agradeço aos colegas do BIOLAB pela ajuda e disponibilidade nas coletas. Em especial: Sarah da Glória Teles Bredt, Nathália Gardênia de Holanda Marinho Nogueira, Alessandro Daniel Costa Maia e Diego Campos de Moura.

Aos sujeitos, participantes da pesquisa, por cederem seu tempo. Agradeço pela dedicação, persistência, paciência e comprometimento com a pesquisa. Sem vocês não seria possível concluir este trabalho!

Agradeço ao Exército Brasileiro por ter participado na formação do meu caráter e me ensinar a nunca desistir dos meus sonhos, pois você nunca se está velho demais para escalar uma montanha, se assim desejar. PARA FRENTE E PARA O ALTO, MONTANHA!

Por fim, agradeço à ciência, da qual arrebatado intangível paixão, por fazer da minha vida um caminho de curiosidades e descobertas, além de me conceder a oportunidade de refletir que toda forma de saber nasce de um não saber.

## RESUMO

A presente pesquisa investigou os efeitos das alterações da temperatura muscular ( $T_{MUSC}$ ) induzidas pela exposição a ambientes quente e frio sobre o desempenho em *sprints* repetidos (SRs) em cicloergômetro. Treze participantes fisicamente ativos ( $24,4 \pm 2,1$  anos;  $80,6 \pm 9,0$  kg;  $175,7 \pm 3,9$  cm) foram expostos, em dias diferentes, às temperaturas ambiente de 10, 26 e 42° C durante 80 minutos. Na sequência, os sujeitos realizaram 10 *sprints* de 6 s, com recuperação de 30 s entre o *sprints*. Conforme esperado, a exposição ao ambiente modificou as temperaturas corporais e a frequência cardíaca (FC). Ao final dos 80 min de exposição, a  $T_{MUSC}$  foi maior a 42° C em relação a 26° C ( $37,3 \pm 0,3^\circ$  C vs.  $36,3 \pm 0,3^\circ$  C) e a 10° C ( $33,1 \pm 1,6^\circ$  C), e significativamente menor a 10° C em relação a 26° C ( $p < 0,001$ ). Resposta semelhante foi observada para a temperatura média da pele. A  $T_{RETAL}$  foi significativamente maior a 42° C em relação a 26° C e a 10° C ( $p < 0,001$ ), mas não foi diferente entre 10° C e 26° C ( $p = 0,388$ ). A FC foi significativamente maior a 42° C em relação a 26° C e a 10° C, e significativamente menor a 10° C em relação a 26° C. Em relação ao desempenho físico, as potências pico e média apresentadas pelos sujeitos foram reduzindo ao longo dos SRs para os três ambientes. Os valores médios das potências pico e média medidas ao longo dos 10 SRs foram menores a 10° C em comparação a 26° C e a 42° C. Além disso, quando os *sprints* foram avaliados isoladamente, diferenças nas potências pico e média dos voluntários foram observadas, sendo que os com maiores valores foram atingidos a 42° C em comparação com as outras duas temperaturas ambientes. Observou-se uma correlação positiva, significativa e de grau moderado entre as alterações da temperatura muscular e as alterações da potência pico induzidas pelas diferentes temperaturas ambientes para o *sprint* 1 ( $r = 0,530$ ;  $p = 0,005$ ), mas não para o *sprints* 2 e 10. Em conclusão, a exposição a 42° C induziu o aumento da  $T_{MUSC}$ , enquanto a exposição a 10° C reduziu esta temperatura, contribuindo para que o desempenho físico no primeiro *sprint* fosse maior a 42° C em relação aos demais ambientes e para que o desempenho ao longo dos 10 SRs fosse menor a 10° C em relação aos demais ambientes. Portanto, os resultados indicam que os efeitos do aquecimento muscular sobre o desempenho físico são transitórios, afetando o desempenho apenas no primeiro *sprint*. Por outro lado, os efeitos do resfriamento



muscular sobre o desempenho físico são mais duradouros e foram observados ao longo dos 10 SRs.

Palavras-chave: Fadiga. Termorregulação.

## ABSTRACT

This study investigates the effects of changes in muscle temperature ( $T_{MUSC}$ ) induced by exposure to hot and cold environments on the performance of repeated sprints (SRs) on a cycle ergometer. Thirteen physically active participants ( $24.4 \pm 2.1$  years;  $80.6 \pm 9.0$  kg,  $175.7 \pm 3.9$  cm) were exposed on different days, at environmental temperatures of 10, 26 and 42° C for 80 minutes. Further, the subjects performed 10 x 6-s “all-out” *sprints* with 30 s recovery between them. As expected, the exposure changed the body temperatures and heart rate (HR). At the end of 80 min exposure, the  $T_{MUSC}$  was higher at 42° C compared to 26° C ( $37.3 \pm 0.3$  vs.  $36.3 \pm 0.3$  ° C) and 10° C ( $33.1 \pm 1.6$  ° C), and significantly lower at 10° C compared to 26° C ( $p < 0.001$ ). A similar response was observed for the mean skin temperature. The  $T_{RETAL}$  was significantly higher at 42° C compared to 26° C and 10° C ( $p < 0.001$ ), but was not different between 10° C and 26° C ( $p = 0.388$ ). HR was significantly higher at 42° C compared to 26° C and 10° C, and significantly lower at 10° C compared to 26° C. In relation to the physical performance, peak power and mean power presented by subjects were reducing during SRs for the three environments. The mean values of the peak and mean powers measured during the 10 SRs were lower at 10° C compared to 26° C and 42° C. In addition, when sprinting were evaluated separately, differences in peak and mean powers of subjects were observed, while the highest values were achieved at 42° C compared to the other two environment temperatures. There was a positive significant and moderate correlation between changes in muscle temperature and changes in peak power induced by the different environmental temperatures for the sprint 1 ( $r = 0.530$ ;  $p = 0.005$ ), but not for sprints 2 and 10. In conclusion, exposure to 42° C induced an increased in the  $T_{MUSC}$ , while the exposure to 10° C reduced this temperature, contributing to physical performance in the first sprint was higher at 42° C in relation to other environments and the performance during the 10 SRs were lower at 10° C compared to other environments. Therefore, the results indicate that the effects of muscle warm-up on physical performance are transient, affecting performance only in the first sprint. On the other hand, the effects of muscle cooling on physical performance are more lasting and were observed during the 10 SRs.

**Keywords:** Fatigue. Thermoregulation

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Imagem ilustrativa do procedimento de fixação do sensor de temperatura muscular, garantindo assim o seu posicionamento correto.....	27
FIGURA 2 – Representação do cálculo da profundidade de inserção do termômetro muscular.....	28
FIGURA 3 – Imagem ilustrativa de um voluntário realizando sprints repetidos no cicloergômetro.....	29
FIGURA 4 - Esquema ilustrativo das quatro visitas do voluntário ao laboratório. ....	32
FIGURA 5 – Linha do tempo referente ao protocolo experimental realizado no presente estudo.....	33
GRÁFICO 1 – Alterações da temperatura muscular ao longo da situação experimental para as três diferentes condições ambientais (10, 26 e 42° C). 36	36
GRÁFICO 2 – Alterações da temperatura retal ao longo da situação experimental para as três diferentes condições ambientais (10, 26 e 42° C). ....	37
GRÁFICO 3 – Alterações da temperatura da pele ao longo da situação experimental para as três diferentes condições ambientais (10, 26 e 42° C). ....	38
GRÁFICO 4 – Alterações da frequência cardíaca ao longo da situação experimental para as três diferentes condições ambientais (10, 26 e 42° C). ....	39
GRÁFICO 5 – Efeito das condições ambientais (10, 26 e 42° C) sobre a média da potência pico atingida nos 10 <i>sprints</i> repetidos.....	41
GRÁFICO 6 – Potência pico atingida ao logo dos <i>sprints</i> repetidos nas três diferentes condições ambientais (10, 26 e 42° C). ....	42
GRÁFICO 7 – Efeito das condições ambientais (10, 26 e 42° C) sobre a potência pico no <i>sprint</i> 1.....	43
GRÁFICO 8 – Efeito das condições ambientais (10, 26 e 42° C) sobre a média da potência média atingida nos 10 <i>sprints</i> repetidos.....	43
GRÁFICO 9 – Potência média atingida ao logo dos <i>sprints</i> repetidos nas três diferentes condições ambientais (10, 26 e 42° C). ....	44
GRÁFICO 10 – Efeito das condições ambientais (10, 26 e 42° C) sobre a potência média no <i>sprint</i> 1.....	45
GRÁFICO 11 – Efeito das condições ambientais (10, 26 e 42° C) sobre a média da redução da potência pico ao logo dos <i>sprints</i> repetidos atingida nos 10 <i>sprints</i> repetidos.....	45

GRÁFICO 12 – Redução da redução da potência pico atingida ao logo dos <i>sprints</i> repetidos nas três diferentes condições ambientais (10, 26 e 42° C).....	46
GRÁFICO 13 Efeito das condições ambientais (10, 26 e 42° C) sobre a redução da redução da potência pico atingida no <i>sprint 1</i> . ....	46
GRÁFICO 14 – Efeito das condições ambientais (10, 26 e 42° C) sobre a média do tempo para alcance para a potência pico atingido nos 10 <i>sprints</i> repetidos. ....	47
GRÁFICO 15 – Tempo para alcance para a potência pico atingido ao logo dos <i>sprints</i> repetidos nas três diferentes condições ambientais (10, 26 e 42° C). ....	47
GRÁFICO 16 – Efeito das condições ambientais (10, 26 e 42° C) sobre o tempo para alcance para a potência pico atingida no <i>sprint 1</i> .....	48
GRÁFICO 17 – Correlação entre as alterações da temperatura muscular e as alterações da potência pico induzidas pelas diferentes temperaturas ambientes no <i>sprint 1</i> .....	49
GRÁFICO 18 – Correlação entre as alterações da temperatura muscular e as alterações da potência pico induzidas pelas diferentes temperaturas ambientes no <i>sprint 2</i> .....	49
GRÁFICO 19 – Correlação entre as alterações da temperatura muscular e as alterações da potência pico induzidas pelas diferentes temperaturas ambientes no <i>sprint 10</i> .....	50

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Características dos participantes do estudo. ....	26
TABELA 2 – Massa corporal medida nos momentos PRÉ vs. PÓS nas situações experimentais. ....	40

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA – Análise de variância  
BIOLAB – Laboratório de Biomecânica  
CENESP – Centro de Excelência Esportiva  
DP – Desvio padrão  
EEFFTO – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional  
EMG – Atividade eletromiográfica  
ETM – Espessura do tecido muscular  
ETS – Espessura do tecido subcutâneo  
FC – Frequência cardíaca  
IF% - Redução da potência pico ao longo dos *sprints*  
IPAQ – Questionário Internacional de Atividade Física  
[Lac] – Concentração de lactato  
LAFISE – Laboratório de Fisiologia do Exercício  
PP – Potência pico  
PM – Potência média  
PSE – Percepção subjetiva do esforço  
SI – *Sprint* intermitente  
SRs – *Sprints* repetidos  
TAPP – Tempo para o alcance da potência pico  
TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido  
 $T_{AMB}$  – Temperatura ambiente  
 $T_{INT}$  – Temperatura interna  
 $T_{MUSC}$  – Temperatura muscular  
 $T_{PELE}$  – Temperatura da pele  
 $T_{RETAL}$  – Temperatura retal  
UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais  
URA – Umidade relativa do ar  
 $VO_{2máx}$  – Consumo máximo de oxigênio

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>17</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>23</b>
2.1 Objetivo geral.....	23
2.2 Objetivos específicos.....	23
<b>3 HIPÓTESES</b> .....	<b>24</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>25</b>
4.1 Cuidados éticos .....	25
4.2 Sujeitos.....	25
4.3 Procedimentos experimentais.....	26
4.4 Variáveis estudadas.....	30
4.5 Delineamento experimental .....	32
4.6 Análises Estatísticas .....	34
<b>5 RESULTADOS</b> .....	<b>35</b>
5.1 Variáveis fisiológicas.....	35
5.1.1 Temperatura muscular ( $T_{MUSC}$ ) .....	35
5.1.2 Temperatura retal ( $T_{RETAL}$ ) .....	36
5.1.3 Temperatura da pele ( $T_{PELE}$ ).....	37
5.1.4 Frequência cardíaca (FC) .....	38
5.1.5 Concentração de lactato sanguíneo ([Lac]) .....	39
5.1.6 Massa Corporal.....	40
5.2 Percepção Subjetiva do Esforço (PSE) .....	40
5.3.1 Potência pico (PP) .....	40
5.2.1 Potência média (PM) .....	43
5.2.3 Redução da potência pico ao longo dos <i>sprints</i> (%IF).....	45

5.2.4 Tempo para o alcance da potência pico (TAPP).....	47
5.4 Correlação entre alterações da temperatura muscular e alterações da potência pico induzidas pelas diferentes temperaturas ambientes .....	48
<b>6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>51</b>
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>59</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>65</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>69</b>



## 1 INTRODUÇÃO

É válido que profissionais de educação física, incluindo preparadores físicos e técnicos, conheçam os efeitos das diferentes temperaturas ambientais em relação ao desempenho físico, especialmente quando o atleta é submetido a condições ambientais extremas ou rigorosas (TAYLOR e COTTER, 2006). Contudo, há poucas informações disponíveis sobre a influência de diferentes condições ambientais no desempenho de exercícios máximos de curta duração (*sprints*), principalmente quando esses exercícios são realizados de maneira repetida (*sprints* repetidos; SRs), visto que os resultados apresentados pela literatura são contraditórios (BACKX *et al.*, 2000; BALL *et al.*, 1999; FALK *et al.*, 1998). É possível que as alterações de desempenho nos SRs causadas pela exposição a diferentes condições ambientais sejam, em parte, consequência de alterações na temperatura muscular ( $T_{MUSC}$ ) dos sujeitos (SARGENT, 1987). Dessa forma, torna-se válido estudar os efeitos das alterações da  $T_{MUSC}$  induzidas pela exposição aguda aos ambientes frio e quente em relação ao desempenho de SRs.

A capacidade de produzir esforços máximos de curta duração (*sprints*) é o fator determinante no desempenho de atletas de alto rendimento em várias modalidades esportivas (SPENCER *et al.*, 2005). Essa influência sobre o desempenho físico pode ocorrer de forma direta (em corridas no atletismo, tais como os 100 e 200 m rasos) ou indireta (em esportes coletivos ou esportes de raquete). Em adição, a execução de esforços máximos é um método adotado por vários programas de treinamento que se utiliza de SRs ou treinamentos intervalados de alta intensidade (FERRARI BRAVO *et al.*, 2008; IAIA *et al.*, 2009; BISHOP *et al.*, 2011). Segundo Girard *et al.* (2011), o desempenho de *sprint* é definido como um período completo de realização de exercícios máximos, durante o qual o desempenho pode ser mantido até o final da tarefa.

Como os *sprints* podem ser realizados de forma repetida, mas com diferentes intervalos entre os esforços físicos, torna-se importante definir dois tipos de *sprints*: os SRs e os *sprints* intermitentes (SI). Os SRs se caracterizam por serem máximos e de curta duração ( $\leq 10$  s), com intervalos curtos de recuperação ( $\leq 30$  s), sem possibilitar recuperação completa do sistema energético, o que está associado a uma redução do desempenho. Por outro lado, os SI também se caracterizam por

serem máximos e de curta duração ( $\leq 10$  s), porém, com longos intervalos de recuperação (60 a 300 s) que possibilitam uma recuperação completa do sistema energético. A análise realizada no presente estudo será focada nos SRs, conforme apresentaremos adiante.

Existem evidências que a temperatura ambiente ( $T_{AMB}$ ) modifica o desempenho físico em exercícios de *endurance*<sup>1</sup> (NYBO *et al.*, 2014; GONZALEZ-ALONSO, 2012; CHEUNG, 2007; GONZALEZ-ALONSO *et al.*, 1999; GALLOWAY e MAUGHAN, 1997). Nesse sentido, estudos que avaliaram os efeitos de diferentes  $T_{AMB}$  sobre o desempenho físico durante exercícios prolongados e submáximos destacam que o tempo até a fadiga no ambiente quente é menor em comparação aos ambientes temperado e frio (PARKIN *et al.*, 1999; GALLOWAY e MAUGHAN, 1997). E mais, a redução do desempenho é uma consequência do desenvolvimento de uma hipertermia exacerbada, caracterizada por níveis críticos de temperatura corporal interna ( $40^{\circ}$  C) (NYBO *et al.*, 2014; SCHLADER, STANNARD e MÜNDEL, 2011; HAGREAVES, 2008; NIELSEN *et al.*, 1993).

Galloway e Maughan (1997) também discutem que o tempo de ciclismo até a fadiga foi maior em um determinado ambiente frio ( $11^{\circ}$  C) em comparação com ambientes ainda mais frios ( $4^{\circ}$  C), quentes ( $31^{\circ}$  C) ou próximos da zona de termoneutralidade ( $21^{\circ}$  C). Assim, os autores sugerem que existe uma temperatura fria ótima para maximizar o desempenho de *endurance*. Dessa forma, nota-se que há um efeito claro da  $T_{AMB}$  na capacidade de realizar exercícios prolongados e que este efeito segue uma relação de “U invertido”. Diferentemente, a  $T_{AMB}$  em SRs parece influenciar o desempenho de forma diferente, sendo que, no ambiente quente o desempenho aumentaria e em ambientes abaixo da zona de termoneutralidade, reduziria (GIRARD *et al.*, 2011). No entanto, há relativamente poucas pesquisas sobre os efeitos das diferentes condições ambientes sobre o desempenho de SRs.

Com a maior globalização, observada nas últimas décadas, houve um aumento no número de grandes eventos esportivos realizados em ambientes quentes e frios. Muitos eventos de prestígio exigem dos atletas a capacidade de competir em  $T_{AMB}$  que podem atingir níveis rigorosos até extremos (PEISER e REILLEY, 2004), variando, por exemplo, nas faixas de  $-15^{\circ}$  C durante o *Winter Classic* de *Hockey* no gelo realizado em 2014 e a mesma expectativa para os Jogos

---

<sup>1</sup> Exercício de resistência aeróbia.

Olímpicos de Inverno de 2022 em Pequim, e até 40° C como ocorreu durante o *Tennis Australian Open* em 2014, com a expectativa, nessa base, para a Copa do Mundo FIFA de 2022 no Qatar.

Desde 1945, Asmusen e Boje sustentam que há melhora no desempenho em exercícios máximos de curta duração se os músculos forem previamente aquecidos de forma ativa (exercícios físicos preparatórios) ou passiva (exposição ao ambiente, manobras de diatermia, saunas, banhos quentes e imersão de membros em águas quentes). Neste sentido, Falk *et al.* (1998) examinaram os efeitos do ambiente quente no desempenho de SRs e na recuperação dos mesmos. O protocolo de exercício consistiu de 2 sessões de 5 *sprints* de 15 s com 30 s de recuperação ativa. Após completar a primeira sessão, os sujeitos ficavam 60 min em repouso em diferentes  $T_{AMB}$  (22 ou 35° C) e, em seguida, repetiram o protocolo de exercício. Os autores verificaram que a exposição ao ambiente quente aumentou o desempenho anaeróbio, embora as variáveis fisiológicas medidas (temperatura interna –  $T_{INT}$  –, frequência cardíaca – FC – e concentração de lactato sanguíneo – [Lac]) não tenham sido afetadas durante os 60 min de repouso. A melhora do desempenho induzida pelo ambiente quente ocorreu como consequência do aumento da temperatura muscular ( $T_{MUSC}$ ), que possibilitou o aumento da velocidade de contração muscular, promovendo uma maior dissociação do oxigênio da hemoglobina e mioglobina e acentuando os processos metabólicos.

Contudo, Drust *et al.* (2005) identificaram que, após os sujeitos completarem 40 min de ciclismo intermitente como atividade preparatória, as potências pico e média desenvolvidas durante os SRs (5 *sprints* de 15 s com 15 s de períodos para recuperação) reduziram após a  $T_{MUSC}$  alcançar 40,2° C em ambiente quente (40° C) em relação ao ambiente temperado (20° C) ( $T_{MUSC} = 38,9° C$ ;  $T_{INT} = 38,0° C$ ). Segundo os autores, esse desempenho deficiente estaria associado à influência da  $T_{INT}$  elevada (39,5° C) alcançada durante o protocolo de exercício em ambiente quente, sem que houvesse qualquer associação a alterações de marcadores biológicos capazes de desencadear uma fadiga a nível metabólico. Assim, esses resultados demonstram que em condições de hipertermia marcante ( $T_{INT} \geq 39° C$ , o que dificilmente ocorre durante a realização de exercícios preparatórios), a  $T_{INT}$  parece ser mais importante do que a  $T_{MUSC}$  para determinar as alterações no desempenho em SRs.

Em relação ao ambiente frio, Oksa, Rintamaki e Rissanen (1996) discutem que a exposição ao ambiente frio (10° C) reduziu a  $T_{MUSC}$  e a temperatura da pele ( $T_{PELE}$ ) em aproximadamente 3 e 7° C, respectivamente, sem modificar a temperatura interna. Essas alterações resultaram em redução do desempenho do *drop jump*<sup>2</sup> e da atividade eletromiográfica da musculatura agonista utilizada neste salto. No entanto, quando os voluntários realizaram um aquecimento muscular ativo (5 min de caminhada em esteira a 5 km/h) após a exposição ao frio, a  $T_{MUSC}$  e o desempenho no *drop jump* retornaram aos valores verificados no ambiente controle (27° C). Como a  $T_{PELE}$  e a  $T_{INT}$  não foram afetadas pelos 5 min de caminhada no frio, esses resultados sugerem que a alteração na  $T_{MUSC}$  foi a principal determinante para a modificação no desempenho.

Os resultados apresentados reforçam a perspectiva de que o corpo humano é dividido em diferentes compartimentos térmicos (pele, músculos e região interna) e que, embora as respostas da temperatura dos compartimentos estejam interligadas, a cinética e a magnitude dessas respostas às alterações das temperaturas externas são diferentes (WEBB, 1992). A divisão do corpo humano em compartimentos térmicos ajuda a compreender as diferentes respostas causadas pela exposição aos ambientes frio e quente sobre o desempenho físico medido em diferentes exercícios (duração longa e intensidade submáxima x duração curta e intensidade máxima). Dessa maneira, para se estudar adequadamente os efeitos de alguma estratégia de aquecimento ou resfriamento no desempenho físico, a medida das temperaturas desses três compartimentos corporais é necessária. Entretanto, até o presente momento, a literatura disponível é limitada e traz algumas controvérsias sobre os efeitos de diferentes estratégias de manipulação térmica no desempenho físico-anaeróbio, com muita atenção sendo dada aos efeitos do ambiente quente e pouca aos efeitos do ambiente frio. Além do mais, não foi encontrado nenhum estudo, no momento das buscas teóricas para esta pesquisa, que tenha medido a temperatura desses diferentes compartimentos térmicos e que também tenha avaliado os efeitos de uma exposição prolongada aos ambientes quente e frio sobre o desempenho durante a realização de exercícios máximos de curta duração e situações na qual o sujeito realiza SRs.

---

<sup>2</sup> Técnica do salto vertical em profundidade.

Em muitas modalidades esportivas, incluindo aquelas caracterizadas por esforços intermitentes de alta intensidade, os atletas dependem muito da capacidade anaeróbica, pois realizam vários SRs, muitas das vezes sem a recuperação física completa. Ao contrário do teste *Wingate* em que o indivíduo realiza apenas um *sprint* de 30 s, a realização de SRs representa um teste mais próximo das demandas metabólicas que são observadas em modalidades esportivas como o futebol, o *rugby* e o *hockey* (SPENCER *et al.*, 2005). Contudo, no que diz respeito aos efeitos da  $T_{AMB}$  sobre os *sprints* repetidos, além de pouca informação disponível, consideramos que os resultados dos estudos existentes são contraditórios.

Linanne *et al.* (2004) observaram que, após os sujeitos serem imersos em água quente (43° C), as potências (média e pico) durante o primeiro *sprint* aumentaram em torno de 6%, porém foram reduzidas durante o *sprint* seguinte. Segundo os autores, o aquecimento corporal, evidenciado pelo aumento da  $T_{INT}$  em 1° C, deve ter aumentado a  $T_{MUSC}$ , causando aumento das potências no primeiro *sprint*. No entanto, a magnitude exata do aumento da  $T_{MUSC}$  não foi determinada. Adicionalmente, os autores também associaram essa melhora na potência com os aumentos na concentração plasmática de amônia, sugerindo que houve uma maior conversão de adenosina monofosfato (AMP) para inosina monofosfato (IMP) aumentando a quantidade de fosfato disponível.

Estes dados corroboram os resultados apresentados por Ball *et al.* (1999) que descreveram aumento das potências (média e pico), após exposição de 15 min no ambiente quente em comparação ao ambiente temperado, durante SRs compostos de 2 *sprints* de 30 s e com 4 min de recuperação passiva entre os esforços. Sargeant e Jones (1996) atribuem essa melhora aos efeitos diretos do aumento da  $T_{MUSC}$  que contribuem para mudanças na curva de força/velocidade e que, simultaneamente, afetariam a eficiência mecânica.

Dessa forma, considerando os poucos resultados direcionados aos efeitos de diferentes temperaturas ambiente sobre o desempenho físico em exercícios de intensidade elevada e curta duração, especialmente no que se refere aos efeitos do ambiente frio, e considerando os resultados contraditórios apresentados pela literatura, fica evidente a importância de se realizar mais estudos sobre influência dos ambientes quente e frio sobre o desempenho de SRs. Além disso, as alterações do desempenho anaeróbico causadas por diferentes condições ambientais são

geralmente justificadas por alterações na  $T_{MUSC}$ , embora esta variável não tenha sido medida na maioria dos estudos que foram realizados. Portanto, de acordo com as lacunas apresentadas, esta pesquisa propõe a utilização de métodos que permitem entender como as alterações da  $T_{MUSC}$  causadas pela exposição a diferentes  $T_{AMB}$  podem afetar o desempenho durante a realização de SRs. A seguir, apresentaremos os objetivos que norteiam esta pesquisa, as hipóteses e os métodos que a sustentam.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Avaliar os efeitos das alterações da temperatura muscular induzidas pela exposição a diferentes temperaturas ambientais em relação ao desempenho dos *sprints* repetidos realizados em cicloergômetro.

### 2.2 Objetivos específicos

- Avaliar os efeitos da exposição aos diferentes ambientes sobre as seguintes variáveis fisiológicas: temperatura muscular, temperatura interna (retal), temperatura da pele, frequência cardíaca, concentração de lactato sanguíneo e percepção subjetiva do esforço.
- Avaliar os efeitos das alterações da temperatura muscular induzidas pela exposição aos diferentes ambientes sobre as variáveis de desempenho medidas durante a realização de *sprints* repetidos em cicloergômetro (potência pico, potência média, redução da potência pico ao longo dos *sprints* e tempo para alcance da potência pico).

### 3 HIPÓTESES

Sobre os efeitos das alterações da temperatura muscular induzidas pela exposição aos diferentes ambientes em relação ao desempenho físico, para:

#### Ambiente quente:

H0<sup>3</sup>: O aumento da temperatura muscular induzido pela exposição ao ambiente quente não resultará em um maior desempenho de *sprints* repetidos em relação ao controle.

H1<sup>4</sup>: O aumento da temperatura muscular induzido pela exposição ao ambiente quente resultará em um maior desempenho de *sprints* repetidos em relação ao controle.

#### Ambiente frio:

H0: A redução da temperatura muscular induzida pela exposição ao ambiente frio não resultará em menor desempenho de *sprints* repetidos em relação ao controle.

H1: A redução da temperatura muscular induzida pela exposição ao ambiente frio resultará em um menor desempenho de *sprints* repetidos em relação ao controle.

---

<sup>3</sup> Hipótese nula.

<sup>4</sup> Hipótese alternativa.



## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Cuidados éticos

Esta pesquisa respeitou as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional de Saúde para pesquisas com seres humanos (Resolução 466/2012) e foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (CAAE: 47193715.8.0000.5149).

Foi realizada uma reunião com cada voluntário para fornecer informações sobre todos os procedimentos experimentais adotados e sobre os possíveis riscos e benefícios relacionados com a sua participação no estudo. Nesta reunião, foi também garantido aos voluntários o seu anonimato e que os dados coletados seriam destinados apenas para fins de pesquisa. Após esclarecerem todas as suas dúvidas, os voluntários assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE; APÊNDICE I), onde relataram que estavam cientes dos riscos relacionados com a sua participação na pesquisa e que, a qualquer momento, poderiam deixar de participar sem a necessidade de apresentarem uma justificativa aos pesquisadores.

### 4.2 Sujeitos

Participaram deste estudo 13 voluntários do sexo masculino cujas características estão descritas na Tabela 1. Foram incluídos somente indivíduos classificados como fisicamente ativos de acordo com um questionário de atividade física (IPAQ – versão curta; ANEXO I) (MATSUDO *et al.*, 2001), preenchido durante a sessão de familiarização. Não fizeram parte da amostra os sujeitos que eram fumantes ou que foram diagnosticados com lesões músculo-esqueléticas nos membros inferiores, coluna e pelve nos seis meses que antecederam os experimentos (THOMAS, S.; READING, J.; SHEPHARD, R. J., 1992; ANEXO II).

TABELA 1 – Características dos participantes do estudo.

n	Idade (anos)	Massa Corporal (kg)	Estatura (cm)	Gordura (%)	IPAQ (U.A)
13	24,4 ± 2,1	80,6 ± 9,0	175,7 ± 3,9	14,7 ± 4,0	4,1 ± 1,0

Os valores estão expressos como média ± DP. Fonte: O AUTOR.

#### 4.3 Procedimentos experimentais

**Avaliação antropométrica:** No dia da familiarização, sempre o mesmo pesquisador realizou as medidas da massa corporal, da estatura e da espessura das dobras cutâneas dos sujeitos. A massa corporal (kg) foi medida com os voluntários descalços e vestindo apenas um short, utilizando-se uma balança digital<sup>5</sup> com precisão de 0,02 kg. A estatura (cm) foi medida utilizando-se um estadiômetro com precisão de 0,5 cm. As dobras cutâneas, subescapular, tríceps, peito, supraxilar, suprailíaca, abdominal e coxa foram medidas utilizando-se um plicômetro<sup>6</sup>, graduado em milímetros, de acordo com o protocolo proposto por Jackson e Pollock (1985) para estimativa da densidade corporal. O resultado obtido foi então utilizado em uma outra equação (SIRI, 1961) para obtenção do percentual de gordura corporal.

**Familiarização:** Nesta primeira visita, além das medidas antropométricas, os voluntários responderam a um questionário para quantificar o seu nível de atividade física cotidiana (IPAQ) (MATSUDO *et al.*, 2001). O IPAQ versão curta permite uma estimativa do tempo semanal gasto em diferentes atividades físicas, com o intuito de classificar o sujeito em sedentário (“0”) a muito ativo (“5”). Em seguida, os mesmos foram devidamente preparados e posicionados sobre o cicloergômetro para realizarem a familiarização com os SRs, a qual consistiu de 5 *sprints* de 6 s (5 x 6 s) cada, com recuperação passiva de 30 s entre os *sprints*. Apenas a percepção subjetiva do esforço foi medida, ao contrário das variáveis térmicas e sanguíneas. Durante a familiarização, a resistência do ergômetro<sup>7</sup> foi determinada de acordo com a massa corporal dos sujeitos ( $0,075 \text{ kg.kg}^{-1}$  da massa corporal) como proposto por

<sup>5</sup> Filizola®

<sup>6</sup> Lange®

<sup>7</sup> Monark, Ergomedic 824-E, Suécia.

Inbar, Bar-Or e Skinner (1996) e por Bar-Or (1987) e foi a mesma utilizada durante as situações experimentais.

**Sessões experimentais:** Após os procedimentos iniciais (pesagem do voluntário, inserção da sonda retal pelo próprio voluntário e inserção do sensor de  $T_{MUSC}$  por um pesquisador devidamente treinado), o sujeito permaneceu em repouso durante 15 min (tempo verificado como suficiente para estabilização das temperaturas retal e  $T_{MUSC}$ ) em uma sala adjacente à câmara ambiental (22° C; 50% URA). Ao término desse período de repouso, as  $T_{INT}$ ,  $T_{MUSC}$ ,  $T_{PELE}$  e FC foram registradas, e uma amostra sanguínea foi coletada para a determinação da [Lac]. Posteriormente os voluntários foram encaminhados à câmara ambiental<sup>8</sup> para serem submetidos à situação experimental definida para aquele dia (60 min de exposição à temperatura ambiente de 10, 26 ou 42° C). Durante esse período, os sujeitos permaneceram sentados em repouso, de maneira que a região posterior da coxa, onde o termômetro muscular foi inserido, ficasse exposta (FIGURA 1). Ao término do período de exposição, eles foram imediatamente encaminhados ao cicloergômetro para realização dos SRs. Ao final de cada *sprint*, o sujeito atribuiu uma nota a sua percepção subjetiva do esforço (PSE; BORG, 1982). Logo após o término dos 10 *sprints*, o sujeito permaneceu por mais 10 min sentado em repouso para as colheitas sanguíneas que foram realizadas nos minutos 5 e 10 e que permitiram a medida da [Lac]. Após as duas coletas sanguíneas, o sensor da  $T_{MUSC}$  foi retirado por um pesquisador devidamente treinado e o voluntário liberado para deixar o laboratório.

FIGURA 1 – Imagem ilustrativa do procedimento de fixação do sensor de temperatura muscular, garantindo assim o seu posicionamento correto.



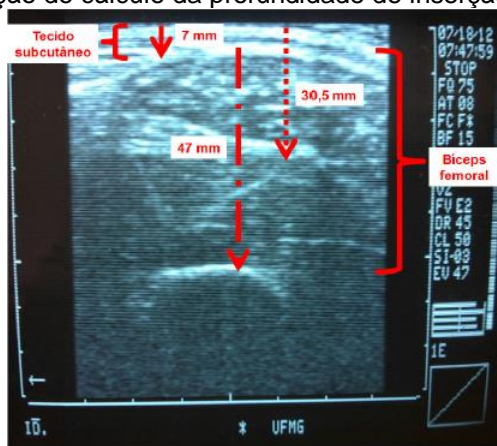
Fonte: ARQUIVO DE FOTOS DO BIOLAB-CENESP.

<sup>8</sup> Russels Technical Products®, WMD 1150-5, Holland, MI, EUA.

**Mensuração da espessura do tecido muscular e do tecido subcutâneo:** para garantir que a inserção da agulha que serviu como guia para a inserção do termômetro muscular ocorresse na profundidade desejada e não atingisse nenhum vaso sanguíneo ou nervo, um aparelho de ultrassonografia<sup>9</sup> com um transdutor linear<sup>10</sup> foi utilizado para mapear a localização e profundidade de vasos sanguíneos e nervos na região posterior da coxa, bem como a espessura do tecido subcutâneo e da musculatura do bíceps femoral. A espessura do tecido muscular, mensurada pelo ultrassom, foi dividida por dois e, em seguida, somada à espessura do tecido subcutâneo, como explicado na (FIGURA 2).

Esta análise permitiu determinar a região central do músculo desejado e, conseqüentemente, a profundidade de inserção do sensor de temperatura muscular para cada voluntário. Esse procedimento minimizou as possibilidades de a agulha do cateter ultrapassar o músculo desejado, atingindo outras estruturas, e foi repetido em todas as sessões experimentais antes de realizar a inserção do termômetro.

FIGURA 2 – Representação do cálculo da profundidade de inserção do termômetro muscular.



Linha contínua: espessura do tecido subcutâneo (7 mm).

Linha contínua-pontilhada: espessura do músculo bíceps femoral (47 mm).

Linha pontilhada: profundidade de inserção do termômetro muscular (30,5 mm).

Cálculo:  $(47 \text{ mm} / 2) + 7 \text{ mm} = 30,5 \text{ mm}$ .

Fonte: ARQUIVO DE FOTOS DO BIOLAB-CENESP.

**Mensuração da temperatura muscular ( $T_{MUSC}$ ):** para possibilitar a mensuração da  $T_{MUSC}$  a cada minuto, uma determinada região da pele localizada sobre o bíceps femoral foi tricotomizada e esterilizada por meio de uma solução antisséptica de

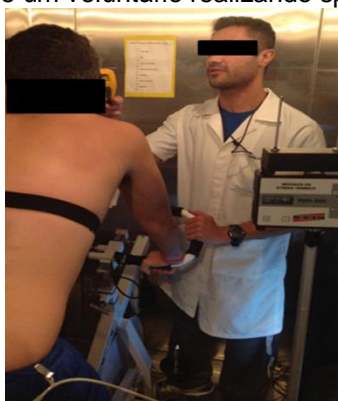
<sup>9</sup> Sonoline SL-1, Siemens.

<sup>10</sup> de 10 cm, 7,5 MHz, Siemens.

Betadine<sup>11</sup>. Foi então aplicada anestesia nesta região do bíceps femoral (ausente de vasos sanguíneos e nervos), injetando-se 5 ml de anestésico local XYLESTESIN® 1% (Cloridrato de Lidocaína). Em seguida, uma cânula guia (1,3 mm de largura x 45 mm de comprimento) de calibre-18G<sup>12</sup> foi inserida perpendicularmente ao músculo bíceps femoral. A agulha do estilete da cânula guia foi então retirada e um sensor de temperatura muscular flexível com precisão de  $\pm 0.1^\circ \text{C}$ <sup>13</sup> foi inserido através da cânula na profundidade estabelecida pelo cálculo da profundidade da inserção do termômetro muscular. Este sensor foi conectado a um indicador de temperatura digital com precisão de  $\pm 0.1^\circ \text{C}$ <sup>14</sup>. Para manter a posição e garantir que o sensor permanecesse inserido na mesma profundidade, foram utilizados, respectivamente, um esparadrapo cirúrgico de fixação e uma caneta permanente para marcar o quanto do sensor foi inserido através da cânula.

**Sprints Repetidos (SRs):** Em dias diferentes, cada sujeito realizou 3 testes em um cicloergômetro posicionado dentro de uma câmara ambiental (FIGURA 3). Durante o teste, cada sujeito foi orientado a realizar 10 *sprints* em intensidade máxima de 6 s (10 x 6 s), com um intervalo de recuperação passiva de 30 s entre os *sprints*, seguindo o modelo proposto por Girard, Bishop e Racinais (2013). Para registro da potência produzida durante cada *sprint*, o cicloergômetro foi conectado a um *software*<sup>15</sup>.

FIGURA 3 – Imagem ilustrativa de um voluntário realizando sprints repetidos no cicloergômetro.



Fonte: ARQUIVO PESSOAL.

<sup>11</sup> MEDA *Pharma*, Portugal.

<sup>12</sup> BD, *Venflon*, Suécia.

<sup>13</sup> ELLAB, *Flexible probe*, MAC – 0,7 mm de largura x 170 mm de comprimento.

<sup>14</sup> ETI MIG, *Ellab Instruments*.

<sup>15</sup> *Multi Cycle Ergometer*, versão 2.3, Warsaw Sports Institute, Poland.

#### 4.4 Variáveis estudadas

**Temperatura Muscular ( $T_{MUSC}$ ):** a  $T_{MUSC}$  foi medida continuamente por meio de um sensor de temperatura muscular conectado a um indicador de temperatura digital, graduado em ° C, inserido antes do início de cada situação experimental. A  $T_{MUSC}$  foi registrada a cada 5 min durante a exposição aos diferentes ambientes e após a realização de cada um dos *sprints*.

**Temperatura Interna ( $T_{INT}$ ):** a  $T_{INT}$  foi medida continuamente por meio de uma sonda retal<sup>16</sup> esterilizada, descartável e inserida cerca de 11 cm além do esfíncter anal pelo próprio voluntário, antes do início de cada situação experimental. A sonda foi ligada a um teletermômetro digital<sup>17</sup>, graduado em ° C. A temperatura retal ( $T_{RETAL}$ ) foi considerada um índice da  $T_{INT}$  e foi registrada a cada 5 min durante a exposição aos diferentes ambientes e após a realização de cada um dos *sprints*.

**Temperatura média da pele ( $T_{PELE}$ ):** as medidas de temperatura da pele foram feitas nos seguintes locais: peito, braço e coxa. Os locais de medida foram marcados com caneta para retroprojeter<sup>18</sup> antes do início das situações experimentais. As temperaturas da pele foram medidas antes e a cada 5 minutos durante a exposição aos ambientes diferentes e após a realização de cada um dos 10 sprints, por meio de um termômetro infravermelho<sup>19</sup>. A temperatura média da pele foi calculada por meio da equação proposta por Roberts *et al.* (1977):

$$T_{PELE} = (T_{PEITO} * 0,43) + (T_{BRAÇO} * 0,25) + (T_{COXA} * 0,32)$$

**Frequência Cardíaca (FC):** foi medida antes e a cada 5 min durante a exposição na câmara ambiental e após a realização de cada um dos 10 SRs, utilizando-se um cardiofrequencímetro<sup>20</sup>.

<sup>16</sup> YSI I400 series – Tipo 4491-E, Yellow Springs Instruments®, OH, EUA.

<sup>17</sup> Precision Thermometer 4600, Yellow Springs Incorporated® EUA.

<sup>18</sup> Pilot 2 mm.

<sup>19</sup> Fluke, 566.

<sup>20</sup> Polar®.

**Lactatemia:** foram realizadas punções do lobo da orelha para a colheita de amostras sanguíneas que possibilitaram a análise posterior das concentrações sanguíneas de lactato [Lac]. Ao todo, foram coletadas 4 amostras de sangue em capilares, com volume de 30  $\mu\text{L}$ <sup>21</sup> cada, sendo a primeira antes da exposição ao ambiente, a segunda antes da realização dos SRs (minuto 30 de exposição ao ambiente) e a terceira e quarta, 5 e 10 min após finalização dos *sprints*. As amostras foram colhidas através de capilares e imediatamente armazenadas em tubos *Eppendorf* contendo 60  $\mu\text{L}$  de NaF (1%) em uma caixa térmica com gelo. A [Lac] foi determinada posteriormente pelo método eletroenzimático<sup>22</sup>.

**Percepção subjetiva do esforço (PSE):** foi avaliada após cada *sprint* pela escala proposta por Borg (1982), na qual o indivíduo classificava seu esforço com base em uma escala de 15 pontos, sendo 6 o esforço “mais leve” e 20 o esforço “mais exaustivo”.

**Potência pico (PP):** traduz a capacidade do sujeito produzir a maior quantidade de trabalho no menor tempo possível. Foi considerada como a potência mecânica mais elevada alcançada durante a realização de cada *sprint*.

**Potência média (Pmédia):** é a média da potência que foi produzida durante os 6 s de cada *sprint*. A produção de potência, medida em  $\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$ , foi monitorada e calculada pela seguinte equação:

$$P = F \times D/T$$

onde, “F” representa a força (peso) colocada no cicloergômetro; “D” representa a distância de cada giro do pedal da bicicleta, previamente determinada como 6 m, vezes o ritmo de pedaladas por min; e “T” representa o tempo expresso em segundos.

**Redução da Potência pico ao longo dos *sprints* (IF%):** este índice quantifica a fadiga do voluntário comparando seu desempenho real a um “desempenho ideal”

---

<sup>21</sup> Microlitros.

<sup>22</sup> YSL 1500 SPORT, *Yellow Springs*, OH, USA.

imaginário (onde o maior esforço realizado durante o *sprint* inicial seria replicado a cada *sprint*). O cálculo do IF% foi realizado por meio da seguinte equação:

$$IF(\%) = \{1 - (S_1 + S_2 + S_3 \dots S_{10}) / S_{\text{maior}} * n^{\circ} \text{ de sprints}\} * 100$$

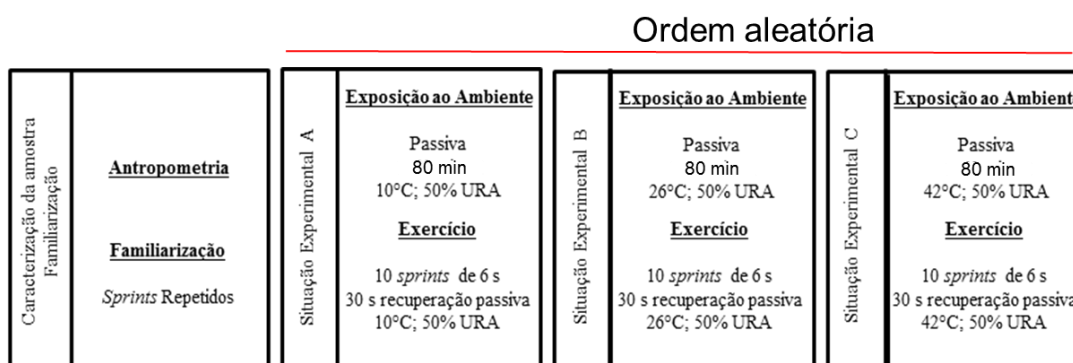
onde, “S” representa a somatória das potências pico do primeiro ao décimo *sprint*;  $S_{\text{maior}}$  representa a maior potência pico alcançada durante o teste; e “nº de *sprints*” representa o número total de *sprints* realizados durante o teste.

**Tempo para alcance da potência pico (TAPP):** foi considerado como o tempo de para se alcançar a potência pico dentro de cada *sprint*. O mesmo foi registrado a partir do mesmo software conectado ao cicloergômetro.

#### 4.5 Delineamento experimental

Cada voluntário compareceu ao laboratório em quatro dias distintos. O primeiro dia foi destinado à familiarização e os demais às sessões experimentais (FIGURA 4). As três sessões experimentais foram realizadas em ordem aleatória e balanceada. Foi dado um intervalo mínimo de 72 h e máximo de uma semana entre as sessões experimentais (o intervalo mínimo foi suficiente para permitir ao sujeito a recuperação do exercício e da lesão causada pela inserção do sensor para a medida da  $T_{\text{MUSC}}$ ).

FIGURA 4 - Esquema ilustrativo das quatro visitas do voluntário ao laboratório.



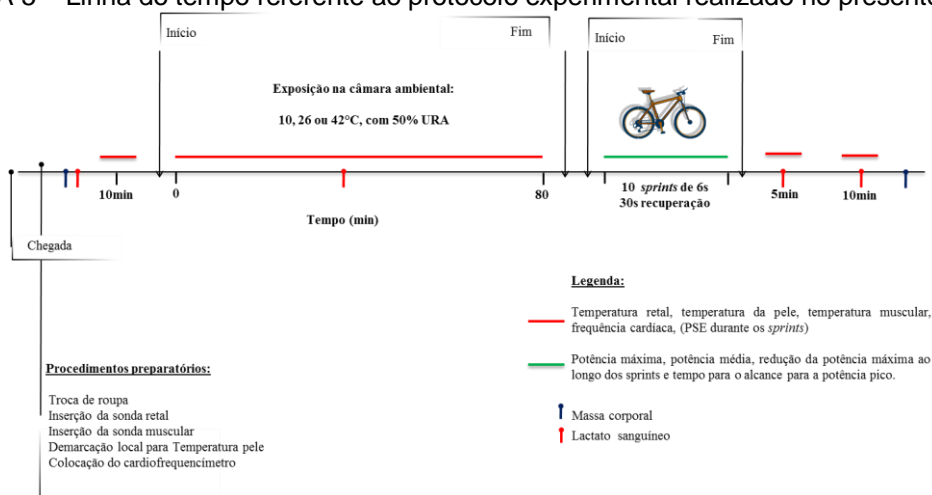
Neste exemplo, está ilustrado um sujeito que foi submetido às três situações ambientais na seguinte ordem: 10, 26 e 42° C. É importante ressaltar que a ordem das situações experimentais foi aleatória e balanceada.

Fonte: O AUTOR.



Inicialmente, os sujeitos permaneceram sentados em repouso durante 80 min dentro de uma câmara ambiental e foram expostos, em dias diferentes, a três temperaturas ambientais diferentes (10, 26 e 42° C), sempre com URA controlada a 50%. As variáveis analisadas no presente estudo foram coletadas nos seguintes momentos: pré-exposição ao ambiente, durante a exposição ao ambiente, após exposição ao ambiente e durante e após a realização dos SRs. Assim, a medida realizada no momento após exposição ao ambiente também foi usada como uma medida pré-SRs. Como as variáveis analisadas apresentam um ritmo circadiano, os voluntários foram submetidos às sessões experimentais sempre no mesmo horário do dia. Durante todos os procedimentos experimentais, os voluntários tiveram acesso à água *ad libitum* e usaram apenas *short*<sup>23</sup>. A Figura 5 apresenta a linha do tempo do protocolo experimental realizado no presente estudo.

FIGURA 5 – Linha do tempo referente ao protocolo experimental realizado no presente estudo.



Fonte: O AUTOR.

<sup>23</sup> Exceto durante a exposição ao ambiente frio, quando foi permitido usar meias e luvas, padronizadas e fornecidas pelo pesquisador, necessidade verificada em estudo piloto

#### 4.6 Análises Estatísticas

A normalidade e a homocedasticidade de todas as variáveis foram analisadas por meio dos testes de *Shapiro-Wilk* e *Levene*, respectivamente. Todas as variáveis estudadas que apresentaram distribuição normal foram analisadas utilizando métodos paramétricos. A única exceção foi a PSE (variável discreta) que foi analisada por meio de métodos não paramétricos.

Para a análise do efeito principal e do *sprint* 1 das seguintes variáveis de desempenho - PP, PM, TAPP e IF% - foi realizada uma análise de variância com um fator de variação (*one-way* ANOVA) e com medidas repetidas. O fator de variação correspondeu às situações ambientais (10 vs. 26 vs. 42° C). Nestas análises, foram feitas as comparações das variáveis de desempenho utilizando-se valores médios calculados a partir do desempenho nos 10 *sprints*.

Para a análise das variáveis fisiológicas –  $T_{\text{RETAL}}$ ,  $T_{\text{MUSC}}$ ,  $T_{\text{PELE}}$  e FC - foi realizada uma análise de variância com dois fatores de variação (*two-way* ANOVA) e com medidas repetidas. Os fatores de variação corresponderam às situações ambientais (10 vs. 26 vs. 42° C) e ao momento da medida, tanto em relação ao tempo de exposição aos diferentes ambientes (0 vs. 40 vs. 80 min), quanto em relação ao número dos SRs (1-10). A *two-way* ANOVA também foi utilizada para verificar as modificações nas variáveis desempenho (PP, PM, TAPP e IF%) que ocorreram ao longo dos SRs (1-10) e em função das situações ambientais (10 vs. 26 vs. 42° C).

Para análise da PSE foram utilizados os testes não paramétricos de *Friedman* e *Wilcoxon*.

Para todas as análises de variância realizadas, quando verificada a existência de um valor significativo de F de *Fisher*, foi utilizado o teste *post hoc* de *Tukey* para a realização das comparações múltiplas. Os resultados estão apresentados como média  $\pm$  desvio padrão (DP), exceto os resultados de PSE que estão apresentados como mediana. Para testar a associação entre as  $T_{\text{MUSC}}$  e as variáveis de desempenho foi utilizada a correlação de *Pearson*.

Todas as análises foram realizadas no programa computacional *Sigma Plot* 11.0. O nível de significância adotado foi de  $\alpha = 0,05$ .

## 5 RESULTADOS

Neste tópico, apresentaremos as análises dos resultados do presente estudo referente às variáveis: desempenho dos *sprints* repetidos, variáveis fisiológicas, percepção subjetiva do esforço e a correlação de *Pearson*.

### 5.1 Variáveis fisiológicas

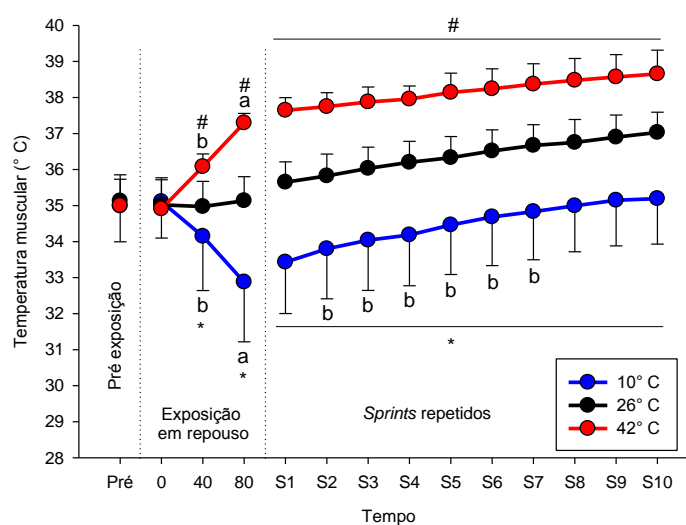
#### 5.1.1 Temperatura muscular ( $T_{MUSC}$ )

A exposição aos três ambientes induziu alterações distintas na  $T_{MUSC}$  dos voluntários. A 26° C, a  $T_{MUSC}$  não se diferenciou em nenhum dos momentos avaliados. A 10° C, a  $T_{MUSC}$  reduziu 1,0° C no minuto 40 em relação ao minuto 0. No minuto 80, a  $T_{MUSC}$  reduziu 2,2° C e 1,3° C em relação aos minutos 0 e 40, respectivamente. Em contraste, durante a exposição a 42° C, a  $T_{MUSC}$  aumentou 1,0° C no minuto 40 em relação ao minuto 0. No minuto 80, a  $T_{MUSC}$  aumentou 2,3° C e 1,2° C em relação aos minutos 0 e 40, respectivamente.

A comparação entre as situações indicou que não houve diferenças na  $T_{MUSC}$  entre as três temperaturas ambientais no início da exposição (minuto 0). No minuto 40 de exposição, a  $T_{MUSC}$  foi significativamente maior a 42° C em relação aos ambientes de 26° C ( $36,0 \pm 0,4^\circ\text{C}$  vs.  $35,1 \pm 0,6^\circ\text{C}$ ) e 10° C ( $36,0 \pm 0,4^\circ\text{C}$  vs.  $34,4 \pm 1,4^\circ\text{C}$ ) ( $p < 0,001$ ), e significativamente menor a 10° C em relação a 26° C ( $p < 0,05$ ). No minuto 80 de exposição, a  $T_{MUSC}$  também foi significativamente maior a 42° C em relação aos ambientes de 26° C ( $37,3 \pm 0,3^\circ\text{C}$  vs.  $36,6 \pm 0,3^\circ\text{C}$ ) e 10° C ( $37,3 \pm 0,3^\circ\text{C}$  vs.  $33,1 \pm 1,6^\circ\text{C}$ ), e significativamente menor a 10° C em relação a 26° C ( $p < 0,001$ ) (GRÁFICO 1).

A  $T_{MUSC}$  não se modificou ao longo dos SRs nos ambientes de 26° C e 42° C, mas aumentou significativamente a 10° C a partir do *sprint* 1 até o *sprint* 7. A comparação entre os ambientes indicou que, para todos os *sprints*, a  $T_{MUSC}$  foi significativamente maior a 42° C em relação aos ambientes de 26° C (*sprint* 10:  $38,6 \pm 0,65^\circ\text{C}$  vs.  $37,0 \pm 0,60^\circ\text{C}$ ) e 10° C (*sprint* 10:  $38,6 \pm 0,65^\circ\text{C}$  vs.  $35,2 \pm 1,3^\circ\text{C}$ ), e significativamente menor no ambiente de 10° C em relação a 26° C ( $p < 0,001$ ) (GRÁFICO 1).

GRÁFICO 1 – Alterações da temperatura muscular ao longo da situação experimental para as três diferentes condições ambientais (10, 26 e 42° C).



<sup>a</sup> indica diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) em relação aos 0 e 40 min de exposição em repouso; <sup>b</sup> indica diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) em relação ao *sprint* anterior; # indica diferenças significativas ( $p < 0,001$ ) na situação 42° C em relação às situações 26° C e 10° C; \* indica diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) na situação 10° C em relação à situação 26° C. Os dados estão apresentados em média  $\pm$  DP.

Fonte: O AUTOR.

### 5.1.2 Temperatura retal ( $T_{\text{RETAL}}$ )

A exposição aos três ambientes modificou a  $T_{\text{RETAL}}$  dos voluntários. A 26° C, a  $T_{\text{RETAL}}$  reduziu no minuto 80 em relação aos minutos 0<sup>24</sup> e 40, e esta mesma resposta foi observada a 10° C. Em contraste, durante a exposição a 42° C, a  $T_{\text{RETAL}}$  aumentou 0,5° C em relação ao minuto 0, e 0,3° C relação ao minuto 40. Não houve diferenças entre os minutos 0 e 40 nos três ambientes avaliados.

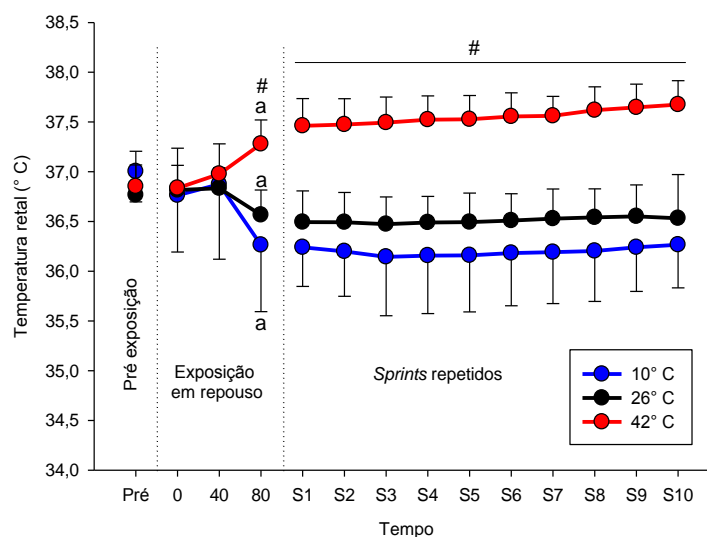
A comparação entre as situações indicou que não houve diferenças na  $T_{\text{RETAL}}$  entre as três situações ambientais nos minutos 0 e 40. No minuto 80 de exposição, a  $T_{\text{RETAL}}$  foi significativamente maior a 42° C em relação aos ambientes de 26° C ( $37,3 \pm 0,3^\circ \text{C}$  vs.  $36,6 \pm 0,3^\circ \text{C}$ ) e 10° C ( $37,3 \pm 0,3^\circ \text{C}$  vs.  $36,2 \pm 0,7^\circ \text{C}$ ) ( $p < 0,05$ ), mas não foi diferente entre 10° C e 26° C ( $p = 0,116$ ) (GRÁFICO 2).

A  $T_{\text{RETAL}}$  dos voluntários não se modificou ao longo dos SRs em qualquer um dos três ambientes estudados. Entretanto, a comparação entre os ambientes indicou que, para todos os *sprints*, a  $T_{\text{RETAL}}$  foi significativamente maior a 42° C em relação aos ambientes de 26° C (*sprint* 10:  $37,7 \pm 0,4^\circ \text{C}$  vs.  $36,5 \pm 0,4^\circ \text{C}$ ) e 10° C

<sup>24</sup> Minuto equivalente ao início da exposição em repouso.

(*sprint* 10:  $37,7 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$  vs.  $35,3 \pm 1,3^{\circ}\text{C}$ ) ( $p < 0,001$ ), mas não foi diferente entre  $10^{\circ}\text{C}$  e  $26^{\circ}\text{C}$  ( $p = 0,388$ ) (GRÁFICO 2).

GRÁFICO 2 – Alterações da temperatura retal ao longo da situação experimental para as três diferentes condições ambientais ( $10^{\circ}\text{C}$ ,  $26^{\circ}\text{C}$  e  $42^{\circ}\text{C}$ ).



<sup>a</sup> indica diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) em relação aos 0 e 40 min de exposição em repouso; <sup>#</sup> indica diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) na situação  $42^{\circ}\text{C}$  em relação às situações  $26^{\circ}\text{C}$  vs.  $10^{\circ}\text{C}$ . Os dados estão apresentados em média  $\pm$  DP. Fonte: O AUTOR.

### 5.1.3 Temperatura da pele ( $T_{PELE}$ )

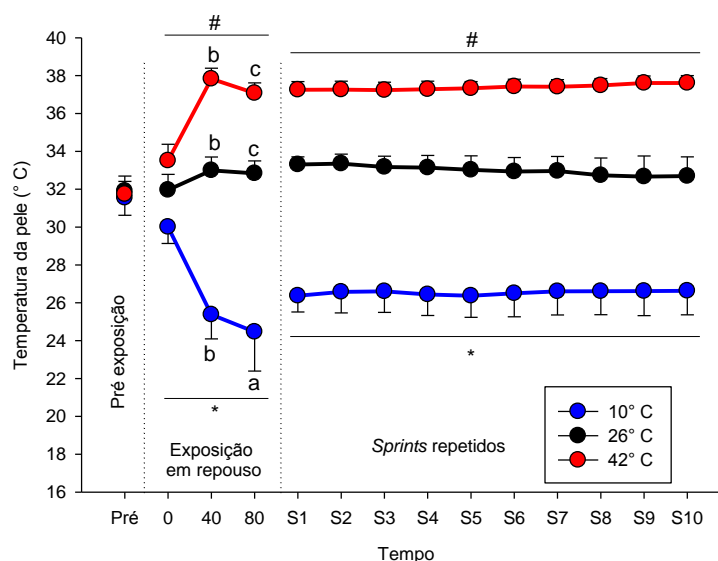
A exposição aos três ambientes modificou a  $T_{PELE}$  dos voluntários. A  $26^{\circ}\text{C}$ , a  $T_{PELE}$  aumentou nos minutos 40 e 80 em relação ao minuto 0. Esta mesma resposta foi observada a  $42^{\circ}\text{C}$ . Não houve diferenças na  $T_{PELE}$  entre os minutos 80 e 40 nos ambientes de  $26^{\circ}\text{C}$  e  $42^{\circ}\text{C}$ . Em contraste, durante a exposição a  $10^{\circ}\text{C}$ , a  $T_{PELE}$  reduziu  $4,7^{\circ}\text{C}$  no minuto 40 em relação ao minuto 0. No minuto 80, a  $T_{PELE}$  reduziu  $5,7^{\circ}\text{C}$  e  $1,0^{\circ}\text{C}$  em relação aos minutos 0 e 40, respectivamente.

A comparação entre os ambientes indicou que, durante toda a exposição, a  $T_{PELE}$  foi significativamente maior a  $42^{\circ}\text{C}$  em relação aos ambientes de  $26^{\circ}\text{C}$  ( $37,0 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$  vs.  $32,8 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$  aos 80 min) e  $10^{\circ}\text{C}$  ( $37,0 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$  vs.  $24,5 \pm 2,1^{\circ}\text{C}$  aos 80 min) ( $p < 0,001$ ), e significativamente menor a  $10^{\circ}\text{C}$  em relação a  $26^{\circ}\text{C}$  ( $p < 0,001$ ) (GRÁFICO 3).

A  $T_{PELE}$  dos voluntários não se modificou ao longo dos SRs nos três ambientes. A comparação entre os ambientes indicou que a  $T_{PELE}$  foi

significativamente maior a 42° C (*sprint* 10:  $37,6 \pm 0,4^{\circ}$  C) em relação aos ambientes 26° C (*sprint* 10:  $32,6 \pm 0,9^{\circ}$  C) e 10° C (*sprint* 10:  $26,4 \pm 1,2^{\circ}$  C), e significativamente menor no ambiente de 10° C em relação a 26° C ( $p < 0,001$ ) (GRÁFICO 3).

GRÁFICO 3 – Alterações da temperatura da pele ao longo da situação experimental para as três diferentes condições ambientais (10, 26 e 42° C).



<sup>a</sup> indica diferenças significativas ( $p < 0,001$ ) em relação aos 0 e 40 min de exposição em repouso; <sup>b</sup> indica diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) em relação ao *sprint* anterior; <sup>c</sup> indica diferenças significativas ( $p < 0,001$ ) em relação ao 0 min de exposição em repouso; <sup>#</sup> indica diferenças significativas ( $p < 0,001$ ) na situação 42° C em relação às situações 26° C e 10° C; <sup>\*</sup> indica diferenças significativas ( $p < 0,001$ ) na situação 10° C em relação à situação 26° C. Os dados estão apresentados em média  $\pm$  DP.

Fonte: O AUTOR.

#### 5.1.4 Frequência cardíaca (FC)

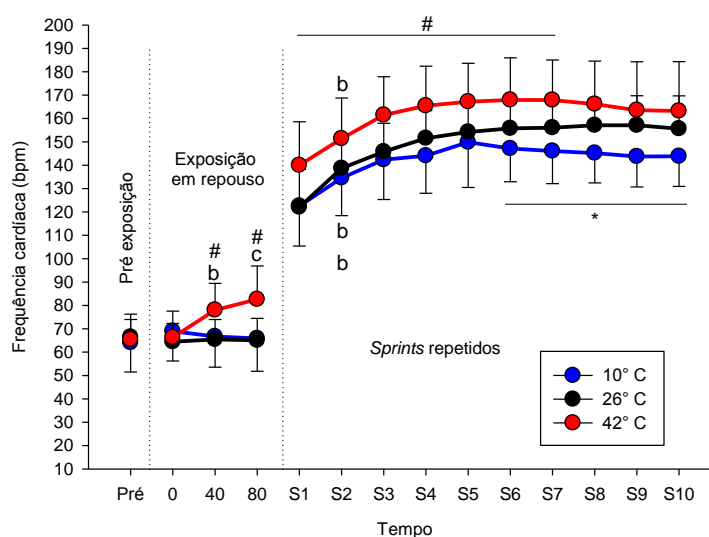
A exposição aos três ambientes induziu alterações distintas na FC dos voluntários. A 26° C e 10° C, a FC não se modificou em nenhum dos momentos avaliados. A 42° C, a FC aumentou 12 bpm no minuto 40 em relação ao minuto 0. No minuto 80, a FC aumentou 16 bpm em relação ao minuto 0. A 42° C não houve diferenças entre os minutos 80 e 40.

A comparação entre as situações indicou que não houve diferenças na FC entre as três temperaturas ambientais no início da exposição (minuto 0). No entanto, nos minutos 40 e 80 de exposição, a FC foi significativamente maior a 42° C em relação aos ambientes de 26° C ( $83 \pm 14$  bpm vs.  $65 \pm 9$  bpm aos 80 min) e 10°

C ( $83 \pm 14$  bpm vs.  $66 \pm 14$  bpm aos 80 min) ( $p < 0,001$ ) (GRÁFICO 4). Além disso, não houve diferenças entre os ambientes  $10^\circ\text{C}$  e  $26^\circ\text{C}$  em nenhum dos momentos avaliados.

Ao longo dos SRs, a FC foi maior apenas no *sprint 2* em relação ao *sprint 1* nos três ambientes estudados. A comparação entre os ambientes indicou que a FC foi significativamente maior a  $42^\circ\text{C}$  (*sprint 7*:  $167 \pm 18$  bpm) em relação aos ambientes de  $26^\circ\text{C}$  (*sprint 7*:  $155 \pm 12$  bpm) e  $10^\circ\text{C}$  (*sprint 7*:  $144 \pm 13$  bpm), e significativamente menor a  $10^\circ\text{C}$  (*sprint 6*:  $145 \pm 14$  bpm) em relação a  $26^\circ\text{C}$  (*sprint 6*:  $155 \pm 12$  bpm) ( $p < 0,001$ ) (GRÁFICO 4).

GRÁFICO 4 – Alterações da frequência cardíaca ao longo da situação experimental para as três diferentes condições ambientais ( $10$ ,  $26$  e  $42^\circ\text{C}$ ).



<sup>b</sup> indica diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) em relação ao *sprint* anterior; <sup>c</sup> indica diferenças significativas ( $p < 0,001$ ) em relação ao 0 min de exposição em repouso; # indica diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) na situação  $42^\circ\text{C}$  em relação às situações  $26^\circ\text{C}$  e  $10^\circ\text{C}$ ; \* indica diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) na situação  $10^\circ\text{C}$  em relação à situação  $26^\circ\text{C}$ . Os dados estão apresentados em média  $\pm$  DP.

Fonte: O AUTOR.

### 5.1.5 Concentração de lactato sanguíneo ([Lac])

Ao se avaliar os valores a [Lac], observou-se que o mesmo variou de 10 a 14 mmol/L entre os ambientes após os *sprints*, indicando que os valores registrados foram compatíveis com a alta intensidade exigida pelos SRs.

### 5.1.6 Massa Corporal

Nos dois momentos em que a massa corporal foi medida (antes da exposição aos ambientes e após os SRs), a análise de variância não identificou diferenças significativas da massa corporal entre as condições nas três situações ambientais (10, 26 e 42° C). Da mesma forma, ao longo do tempo, não houve diferenças na massa corporal dentro de cada situação ambiental. (TABELA 2).

TABELA 2 – Massa corporal medida nos momentos PRÉ vs. PÓS nas situações experimentais.

	PRÉ (kg)	PÓS (kg)
10° C	79,3 ± 7,0	79,7 ± 6,2
26° C	79,3 ± 9,2	79,3 ± 9,2
42° C	79,2 ± 8,8	77,8 ± 9,9

Os valores estão expressos como média ± DP. Fonte: O AUTOR.

### 5.2 Percepção Subjetiva do Esforço (PSE)

Ao se avaliar os valores da PSE, observou-se que a mesma alcançou valores de “19” na escala de BORG para os 3 ambientes, indicando que os valores foram compatíveis com a alta intensidade exigida pelos SRs.

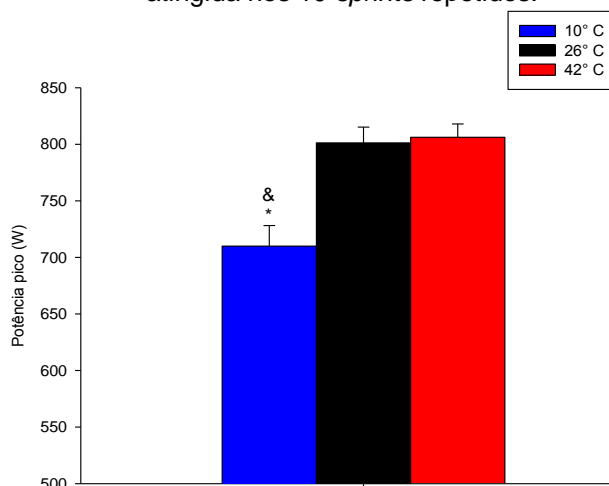
### 5.3 Variáveis de desempenho dos *sprints* repetidos

#### 5.3.1 Potência pico (PP)

Ao se avaliar os valores da PP utilizando-se valores médios calculados a partir do desempenho nos 10 *sprints* (*one-way* ANOVA), foram observados valores 11,3% menores no ambiente 10° C em relação ao 26° C (710,0 ± 104,6 W vs. 801,2 ± 103,3 W) e 11,9% menores em relação ao 42° C (710,0 ± 104,6 W vs. 806,2 ± 143,4 W) (GRÁFICO 5). Não foram observadas diferenças significativas na PP entre as situações 42° C e 26° C.



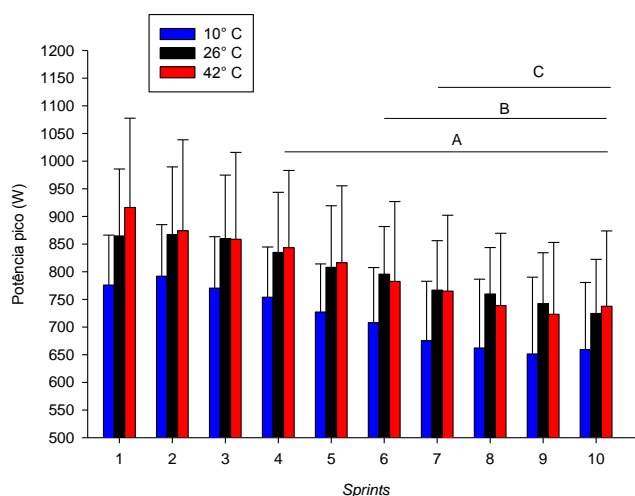
GRÁFICO 5 – Efeito das condições ambientais (10, 26 e 42° C) sobre a média da potência pico atingida nos 10 *sprints* repetidos.



\* indica diferença significativa ( $p < 0,05$ ) da situação 26° C em relação à situação 10° C; & indica diferença significativa ( $p < 0,05$ ) da situação 10° C em relação à situação 42° C. Os dados estão apresentados em média  $\pm$  DP. Fonte: O AUTOR.

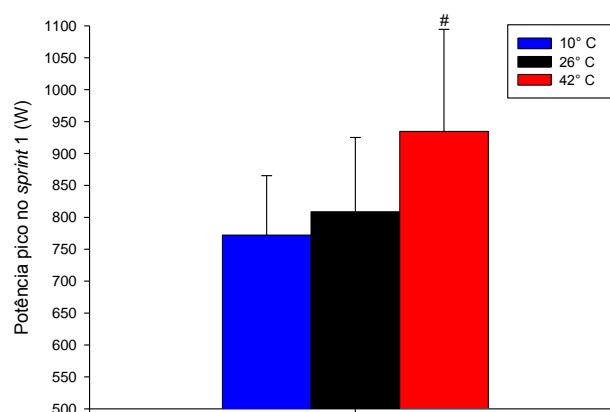
Quando os *sprints* foram analisados ao longo do tempo e entre as situações experimentais (*two-way* ANOVA), foi observado um efeito significativo do fator tempo. A PP alcançada reduziu significativamente, em relação ao *sprint* 1, a partir do *sprint* 6 a 26° C; a partir do *sprint* 4 a 42° C; e a partir do *sprint* 7 a 10° C (GRÁFICO 6). Mesmo com as diferenças temporais na redução da PP ao longo dos *sprints* nas três situações experimentais, não foi observado um efeito significativo do fator situações experimentais nesta análise.

GRÁFICO 6 – Potência pico atingida ao logo dos *sprints* repetidos nas três diferentes condições ambientais (10, 26 e 42° C).



<sup>A</sup> indica diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) a 42° C em relação ao *sprint* 1; <sup>B</sup> indica diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) a 26° C em relação ao *sprint* 1; <sup>C</sup> indica diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) a 10° C em relação ao *sprint* 1. Os dados estão apresentados em média  $\pm$  DP.  
Fonte: O AUTOR.

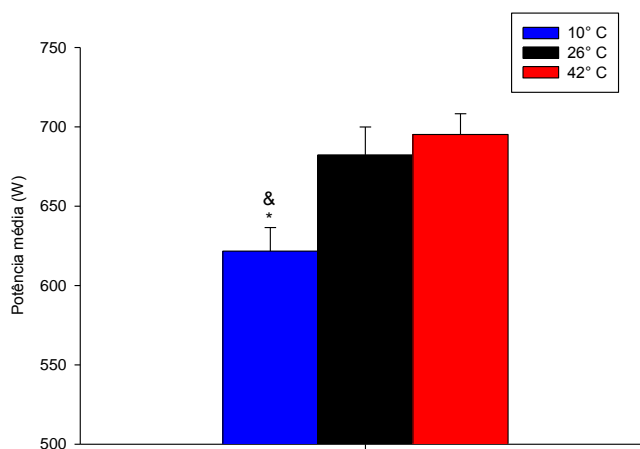
Ao analisar separadamente cada um dos 10 *sprints*, foi possível identificar diferenças entre as situações experimentais. Uma análise visual cuidadosa dos nossos dados (GRÁFICO 7), sugeriu que a PP estava maior a 42° C em comparação a 26° C apenas no primeiro *sprint*, sem qualquer diferença a partir do segundo *sprint*. A nossa hipótese era que incluir, em uma mesma análise, 9 *sprints* cujas PP não sofressem qualquer influência do ambiente e isto causaria o desaparecimento do efeito do ambiente na PP do primeiro *sprint*. Então decidimos fazer uma análise isolada deste primeiro *sprint* (*one-way* ANOVA) e observamos valores 13,5% maiores no ambiente 42° C em relação ao 26° C ( $934,6 \pm 159,9$  W vs.  $808,8 \pm 116,3$  W) e 22,8% maiores em relação ao 10° C ( $934,6 \pm 159,9$  W vs.  $772,2 \pm 93,1$  W) ( $p < 0,001$ ). Não foram observadas diferenças significativas entre as situações 10° C e 26° C.

GRÁFICO 7 – Efeito das condições ambientais (10, 26 e 42° C) sobre a potência pico no *sprint* 1.

# indica diferenças significativas ( $p < 0,001$ ) na situação 42° C em relação às situações 26° C e 10° C. Os dados estão apresentados em média  $\pm$  DP. Fonte: O AUTOR.

### 5.2.1 Potência média (PM)

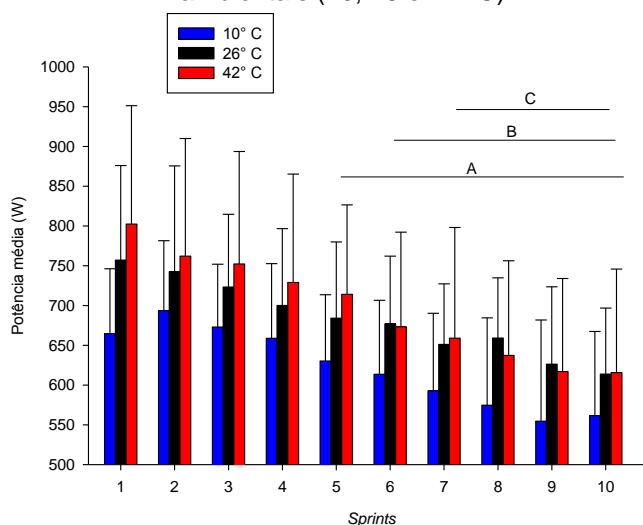
Ao se avaliar os valores da PM utilizando-se valores médios calculados a partir do desempenho nos 10 *sprints* (*one-way* ANOVA), foram observados valores 8,9% menores no ambiente 10° C em relação ao 26° C ( $621,7 \pm 95,9$  W vs.  $682,3 \pm 96,0$  W) e 10,6% menores em relação ao 42° C ( $621,7 \pm 95,9$  W vs.  $695,2 \pm 130,8$  W) (GRÁFICO 8). Não foram observadas diferenças significativas entre as situações 42° C e 26° C.

GRÁFICO 8 – Efeito das condições ambientais (10, 26 e 42° C) sobre a média da potência média atingida nos 10 *sprints* repetidos.

\* indica diferença significativa ( $p < 0,05$ ) da situação 26° C em relação à situação 10° C; & indica diferença significativa ( $p < 0,05$ ) da situação 10° C em relação à situação 42° C. Os dados estão apresentados em média  $\pm$  DP. Fonte: O AUTOR.

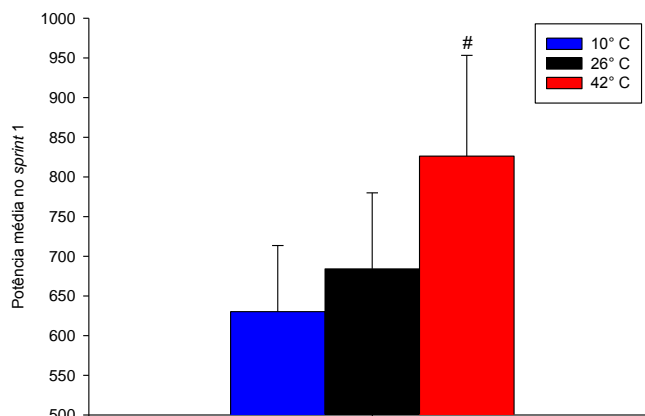
Quando os *sprints* foram analisados ao longo do tempo e entre as situações experimentais (*two-way ANOVA*), foi observado um efeito significativo do fator tempo. A PM alcançada reduziu significativamente, em relação ao *sprint 1*, a partir do *sprint 6* a 26° C; a partir do *sprint 5* a 42° C; e a partir do *sprint 7* a 10° C (GRÁFICO 9). Mesmo com as diferenças temporais na redução da PM ao longo dos *sprints* nas três situações experimentais, não foi observado um efeito significativo do fator situações experimentais nesta análise.

GRÁFICO 9 – Potência média atingida ao longo dos *sprints* repetidos nas três diferentes condições ambientais (10, 26 e 42° C).



<sup>A</sup> indica diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) a 42° C em relação ao *sprint 1*; <sup>B</sup> indica diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) a 26° C em relação ao *sprint 1*; <sup>C</sup> indica diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) a 10° C em relação ao *sprint 1*. Os dados estão apresentados em média  $\pm$  DP.

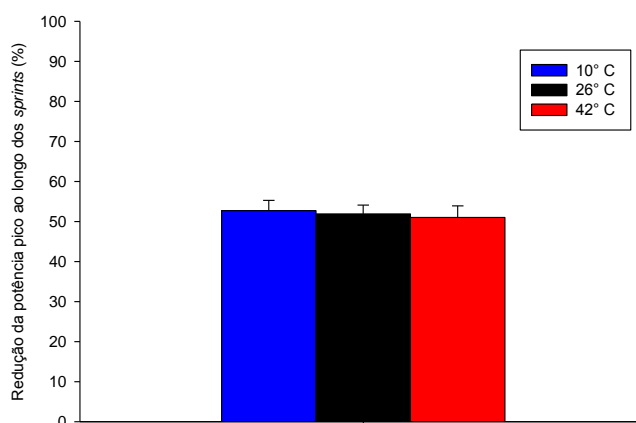
Ao analisar separadamente cada um dos 10 *sprints*, foi possível identificar diferenças entre as situações experimentais. Uma análise visual cuidadosa dos nossos dados (GRÁFICO 10), sugeriu que a PM estava maior a 42° C em comparação a 26° C apenas no primeiro *sprint*, sem qualquer diferença a partir do segundo *sprint*. A nossa hipótese foi a mesma para a potência pico no *sprint 1* (GRÁFICO 7). Assim, observamos valores 17,3% maiores no ambiente 42° C em relação ao 26° C ( $826,2 \pm 127,1$  W vs.  $684,1 \pm 95,9$  W) e 23,8% maiores em relação ao 10° C ( $826,2 \pm 127,1$  W vs.  $630,3 \pm 83,3$  W) ( $p < 0,001$ ). Não foram observadas diferenças significativas entre as situações 10° C e 26° C.

GRÁFICO 10 – Efeito das condições ambientais (10, 26 e 42° C) sobre a potência média no *sprint* 1.

# indica diferenças significativas ( $p < 0,001$ ) na situação 42° C em relação às situações 26° C e 10° C. Os dados estão apresentados em média  $\pm$  DP.

### 5.2.3 Redução da potência pico ao longo dos *sprints* (%IF)

Ao se avaliar os valores da IF% utilizando-se valores médios calculados a partir do desempenho nos 10 *sprints* (*one-way* ANOVA), não foram observadas diferenças significativas na IF% entre as três situações ambientais (GRÁFICO 11).

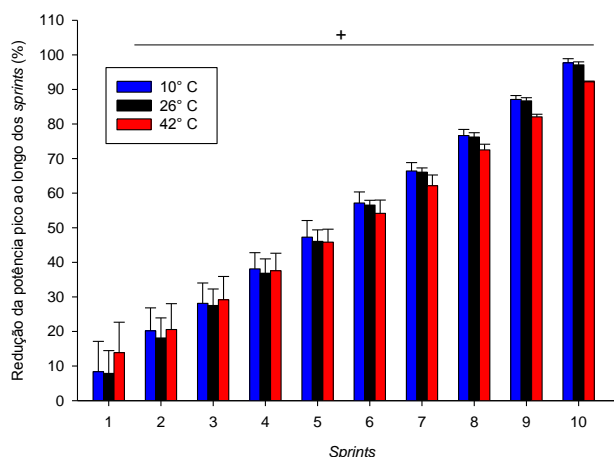
GRÁFICO 11 – Efeito das condições ambientais (10, 26 e 42° C) sobre a média da redução da potência pico ao longo dos *sprints* repetidos atingida nos 10 *sprints* repetidos.

Os dados estão apresentados em média  $\pm$  DP.  
Fonte: O AUTOR.

Quando os *sprints* foram analisados ao longo do tempo e entre as situações experimentais (*two-way* ANOVA), foi observado um efeito significativo do fator tempo. O IF% alcançado reduziu significativamente a partir do *sprint* 2 em relação ao *sprint* 1 para as três situações ambientais (GRÁFICO 12). De fato, a IF%

aumentou continuamente ao longo do tempo, sendo sempre maior em relação ao *sprint* anterior em todas as situações experimentais. Não foi observado um efeito significativo do fator situações experimentais nesta análise.

GRÁFICO 12 – Redução da redução da potência pico atingida ao logo dos *sprints* repetidos nas três diferentes condições ambientais (10, 26 e 42° C).

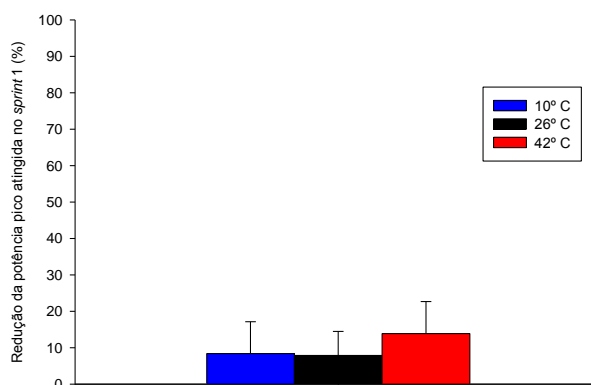


\* indica diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) em relação aos *sprints* anteriores para as 3 situações ambientais. Os dados estão apresentados em média  $\pm$  DP.

Fonte: O AUTOR.

Ao analisar separadamente cada um dos 10 *sprints*, não foram identificadas, no *sprint* 1, diferenças na IF% entre as situações experimentais (GRÁFICO 13).

GRÁFICO 13 – Efeito das condições ambientais (10, 26 e 42° C) sobre a redução da redução da potência pico atingida no *sprint* 1.



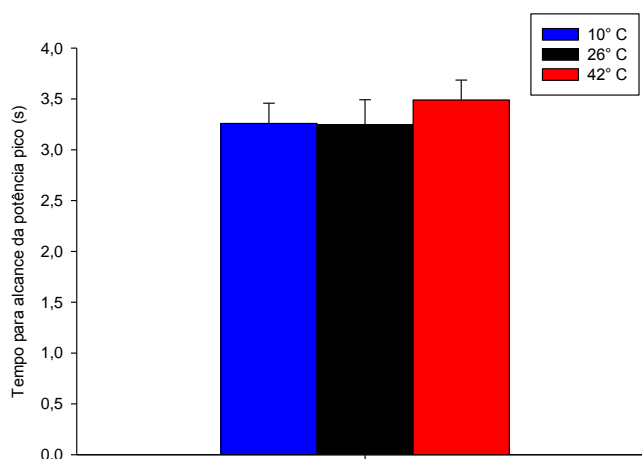
Os dados apresentados estão em média  $\pm$  DP.

Fonte: O AUTOR.

### 5.2.4 Tempo para o alcance da potência pico (TAPP)

Ao se avaliar os valores do TAPP utilizando valores médios calculados a partir do desempenho nos 10 *sprints* (*one-way ANOVA*), não foram observadas diferenças significativas entre as três situações ambientais (GRÁFICO 14).

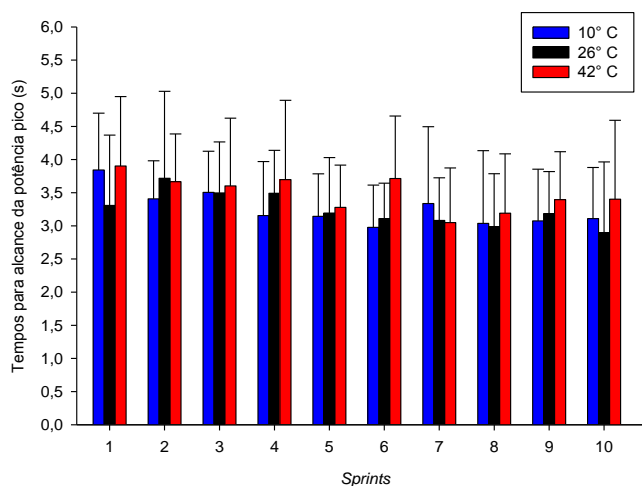
GRÁFICO 14 – Efeito das condições ambientais (10, 26 e 42° C) sobre a média do tempo para alcance para a potência pico atingido nos 10 *sprints* repetidos.



Os dados estão apresentados em média  $\pm$  DP.  
Fonte: O AUTOR.

Quando os *sprints* foram analisados ao longo do tempo e entre as situações experimentais (*two-way ANOVA*), não foi possível identificar efeitos de nenhum dos dois fatores no TAPP (GRÁFICO 15).

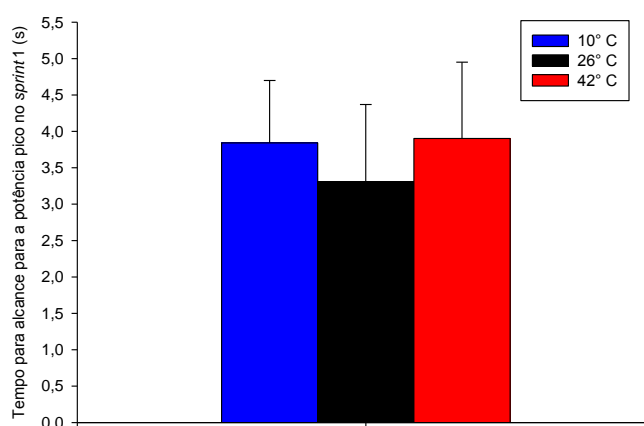
GRÁFICO 15 – Tempo para alcance para a potência pico atingido ao longo dos *sprints* repetidos nas três diferentes condições ambientais (10, 26 e 42° C).



Os dados apresentados estão em média  $\pm$  DP.

Ao analisar separadamente cada um dos 10 *sprints*, não foram identificadas, no *sprint* 1, diferenças na TAPP entre as situações experimentais (GRÁFICO 16).

GRÁFICO 16 – Efeito das condições ambientais (10, 26 e 42° C) sobre o tempo para alcance para a potência pico atingida no *sprint* 1.



& indica diferenças significativas ( $p < 0,001$ ) na situação 10° C em relação às situações 42° C. Os dados estão apresentados em média  $\pm$  DP.

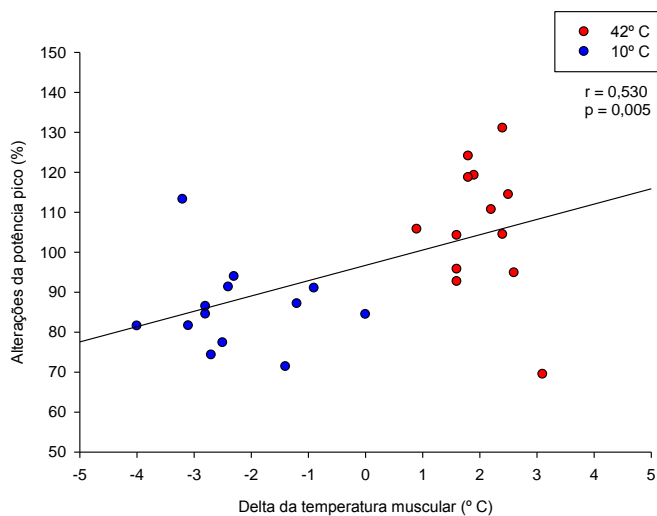
Fonte: O AUTOR.

#### 5.4 Correlação entre alterações da temperatura muscular e alterações da potência pico induzidas pelas diferentes temperaturas ambientes

Para avaliar o grau de associação entre as alterações da  $T_{MUSC}$  (delta em relação à  $T_{MUSC}$  medida a 26° C) e as alterações da PP (variação percentual em relação à PP medida a 26° C) induzidas pelas diferentes temperaturas ambientes foi realizada uma correlação de *Pearson*. No *sprint* 1, observou-se a existência de correlação positiva, significativa e de grau moderado ( $r = 0,530$ ;  $p = 0,005$ ; GRÁFICO 17). Em contraste, a correlação foi negativa, não significativa e de grau fraco no *sprint* 2 ( $r = -0,118$ ;  $p = 0,573$ ; GRÁFICO 18), enquanto que, no *sprint* 10, a correlação foi positiva, não foi significativa e de grau fraco ( $r = 0,195$ ;  $p = 0,339$ ; GRÁFICO 19).

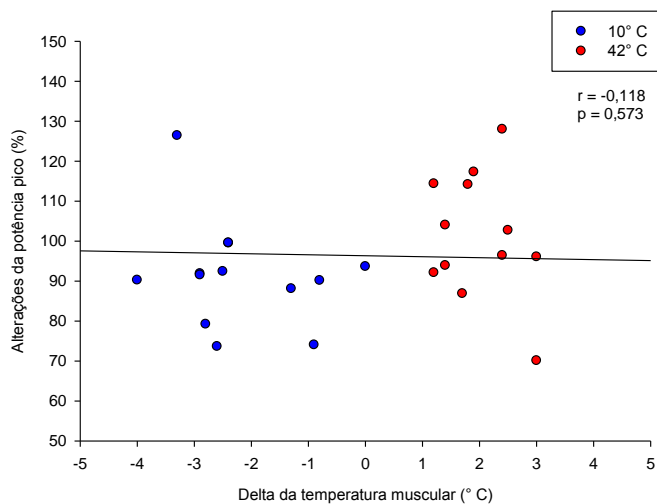


GRÁFICO 17 – Correlação entre as alterações da temperatura muscular e as alterações da potência pico induzidas pelas diferentes temperaturas ambientes no *sprint* 1.



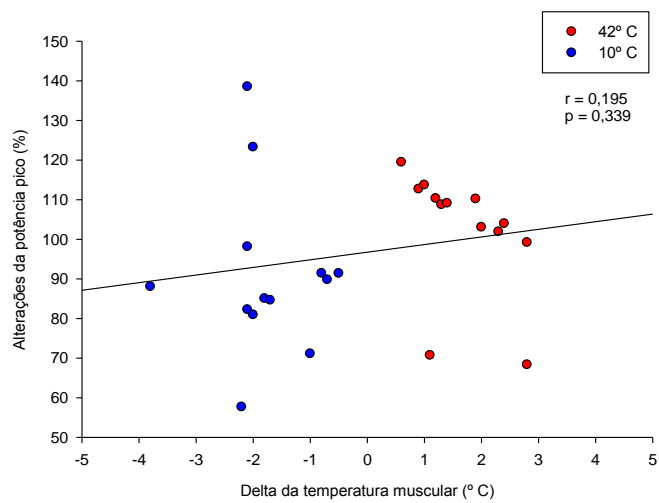
Fonte: O AUTOR.

GRÁFICO 18 – Correlação entre as alterações da temperatura muscular e as alterações da potência pico induzidas pelas diferentes temperaturas ambientes no *sprint* 2.



Fonte: O AUTOR.

GRÁFICO 19 – Correlação entre as alterações da temperatura muscular e as alterações da potência pico induzidas pelas diferentes temperaturas ambientes no *sprint* 10.



Fonte: O AUTOR.

## 6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os principais resultados do presente estudo reforçam a hipótese de que o corpo humano é dividido em diferentes compartimentos térmicos (pele, músculos e região interna) e nos ajudam a compreender como que as diferentes respostas dos compartimentos térmicos causadas pela exposição aos ambientes quente e frio promovem diferentes respostas no desempenho físico medido durante a realização de SRs. Dentro desta perspectiva, 80 min de exposição ao ambiente quente (42° C) aumentou a  $T_{MUSC}$  em média 2,3° C, o que resultou em maior desempenho físico no primeiro *sprint* em comparação às outras situações ambientais. Por outro lado, 80 min de exposição ao ambiente frio (10° C) reduziu a  $T_{MUSC}$  em média 2,3° C, resultando em menor desempenho físico ao longo dos SRs em relação às outras situações ambientais. Esses resultados confirmam as hipóteses propostas pela pesquisa de que as alterações na  $T_{MUSC}$  induzidas pela exposição a diferentes ambientes poderiam influenciar o desempenho em SRs. Entretanto, ao longo dos SRs, observamos uma redução do desempenho físico nas três situações ambientais.

Os efeitos da exposição foram intermediários sobre a  $T_{MUSC}$ , afetaram muito pouco a  $T_{RETAL}$ , mas foram maiores sobre a  $T_{PELE}$ . Durante os SRs, a  $T_{MUSC}$  mostrou-se maior no ambiente 42° C em relação aos outros dois ambientes (GRÁFICO 1). Sugere-se que a  $T_{MUSC}$  seja maior no 42° C, pois, o ambiente aqueceu a musculatura. Também é sabido que, durante exercícios prolongados, o aumento da  $T_{INT}$  está diretamente relacionado às condições ambientais e à intensidade do esforço físico (HORSTMAN; HORVART, 1972). Entretanto, o exercício utilizado durante a coleta de dados, embora tenha sido máximo, foi de curta duração e, portanto, foi insuficiente para alterar consideravelmente a  $T_{RETAL}$  (GRÁFICO 2), que apresentou um lento aumento progressivo. Da mesma forma que a  $T_{MUSC}$ , comportou-se a  $T_{PELE}$ , porém, com maior efeito devido a sua localização no compartimento térmico (GRÁFICO 3). Podemos dizer que o grande aumento da  $T_{PELE}$  ocorreu porque durante o repouso ela acompanhou o ambiente (calor exógeno através da radiação e convecção) e não tanto pela vasodilatação cutânea e redistribuição do fluxo sanguíneo. No aquecimento passivo, não se sabe qual será a vasodilatação periférica (e conseqüente redistribuição de fluxo sanguíneo), pois a temperatura interna não está tão alta. Dessa forma, embora esses compartimentos

térmicos estejam interligados, os mesmos são influenciados em diferentes magnitudes pela temperatura externa (WEBB, 1992), o que parece resultar em diferentes efeitos sobre o desempenho físico. Portanto, estudar os efeitos desses três compartimentos corporais, em especial, as alterações da  $T_{MUSC}$  induzidas pela exposição em diferentes  $T_{AMBS}$ , foi necessário para um maior entendimento da influência do estresse térmico ambiental sobre o desempenho em SRs.

Adicionalmente, observamos que a FC (GRÁFICO 4), [Lac] (variação de 10 a 14 mmol/L) e a PSE (“19” na escala de BORG) aumentaram ao longo dos *sprints* nos três ambientes, sugerindo que o ambiente exigiu tanto físico quanto perceptivo dos participantes do estudo. Além do mais, podemos inferir através destes resultados que devido a variação das potências (PP e PM) em cada ambiente, os elevados valores destas variáveis (FC, [Lac] e PSE) foram compatíveis com a alta intensidade exigida pelos SRs.

Ao se comparar o valor médio do desempenho físico calculado a partir dos dados dos 10 *sprints* entre os três ambientes, observamos que o desempenho a 10° C foi menor em comparação a 26° C e 42° C. Esta afirmação pode ser comprovada ao se analisar os valores médios de PP e PM dos sujeitos, que foram significativamente menores a 10° C em relação aos outros dois ambientes (GRÁFICOS 5 e 8). Estes dados sugerem que o desempenho físico em exercícios máximos de curta duração pode ser prejudicado pelo ambiente frio.

Neste contexto, sugerimos que uma vez que a exposição a 10° C reduziu a  $T_{MUSC}$ , o seu aumento durante os SRs não foi suficiente para contrabalancear os prejuízos do desempenho causados pelo resfriamento prévio da musculatura induzidos pela exposição ao ambiente frio. Assim, o valor de temperatura obtido através do somatório de uma  $T_{MUSC}$  mais baixa durante a exposição ao frio com o aumento da  $T_{MUSC}$  ao longo dos SRs ainda permaneceu em *déficit* (diferença de 2° C do *sprint* final em relação ao *sprint* inicial), sendo que os voluntários não acumularam calor muscular suficiente para alcançar uma resposta de desempenho físico equivalente àquelas obtidas em outras situações estudadas. Os dados corroboram os achados de Oksa, Rintamaki e Rissanen (1996) que, ao reduzirem a  $T_{MUSC}$  em aproximadamente 3° C, observaram uma redução do desempenho de salto em profundidade (*drop jump*). No entanto, quando os voluntários realizaram um aquecimento muscular ativo (5 min de caminhada em esteira a 5 km/h) após a exposição ao frio, a  $T_{MUSC}$  e o desempenho no *drop jump* retornaram aos valores

verificados no ambiente controle (27° C). Assim, esses resultados sugerem que a alteração na  $T_{MUSC}$  foi a principal determinante para a modificação no desempenho causada pelo ambiente frio. Neste momento, vale lembrar novamente que este é o primeiro estudo, de que se tem conhecimento, que verificou os efeitos da  $T_{MUSC}$  no desempenho físico em SRs no ambiente frio, uma vez que os estudos anteriores compararam os efeitos de exposição a ambientes quentes e temperados sobre o desempenho físico.

Nesta pesquisa, apesar das diferenças entre ambientes no desempenho físico, observamos que o mesmo reduziu ao longo dos SRs em todas as três temperaturas ambientais (10, 26 e 42° C; GRÁFICOS 6 e 9). Esta redução do desempenho com a repetição dos *sprints* poderia ser consequência de um aumento exagerado da  $T_{INT}$ . Neste sentido, Racinais e Oksa (2010) sugerem que a capacidade de produzir potência pode ser prejudicada quando as temperaturas corporais,  $T_{INT}$  e  $T_{MUSC}$ , estão simultaneamente elevadas.

Aumentos marcantes da  $T_{INT}$  ( $\geq 39^\circ$  C) podem ser suficientes para prejudicar o desempenho físico em exercícios máximos de curta duração, pois um aumento exacerbado da  $T_{INT}$  se sobreporia aos efeitos positivos da elevação da  $T_{MUSC}$  (THOMAS *et al.*, 2006). No entanto, Girard *et al.* (2013) destacam que elevações modestas da  $T_{INT}$  não interferem nos efeitos positivos da  $T_{MUSC}$ . No presente estudo, o maior valor de  $T_{INT}$  ( $T_{RETAL}$ ) encontrado durante todos os experimentos foi de 37,7° C (GRÁFICO 2), descartando a hipótese de que a ocorrência de uma hipertermia expressiva foi determinante para a redução do desempenho ao longo dos *sprints*. Desta forma, sugerimos que a intensidade do esforço físico permaneceu muito elevada durante todos os 10 SRs, a ponto de o indivíduo não ser mais capaz de manter a mesma potência para os *sprints* subsequentes devido ao fato de o intervalo de recuperação entre os esforços não ter sido suficiente para restaurar completamente os estoques de substratos energéticos celular.

Dentro desta perspectiva de recuperação insuficiente do sistema energético, podemos sugerir que os estoques de produção absoluta de ATP, a partir da fosfocreatina e da produção absoluta de ATP a partir da glicólise, podem ter sido restaurados apenas parcialmente antes do início do *sprint* subsequente, comprometendo o desempenho ao longo dos SRs, já que o tempo de recuperação entre os esforços foi de apenas 30 s. Uma vez que a fosfocreatina (CP) representa a

principal reserva imediata para a refosforilação do ATP (HULTMAN e SJOHOLM, 1983), a CP é particularmente importante durante os SRs já que, durante a realização dos mesmos, são necessárias taxas elevadas de utilização e ressíntese de ATP. A respeito disso, é interessante notar que os estoques de ATP e de CP, após uma atividade máxima de 6 segundos, pode ser reduzidos em torno de 35-55% em relação aos níveis de repouso (DAWSON *et al.*, 1997; GAITANOS *et al.*, 1993). E mais, segundo Tomlin e Wenger (2001) e Bogdanis *et al.*, (1996), podem ser necessários mais de 5 minutos para a recuperação completa dos estoques de ATP e de CP.

Em relação à glicólise anaeróbica, Girard *et al.* (2011) sustentam que esta via supre aproximadamente 40% de toda a energia gasta em um único *sprint* de 6 s, com maior contribuição da glicólise com a repetição dos *sprints*. Gaitanos *et al.* (1993) submeteram os sujeitos a 10 *sprints* de 6 s com 30 s de recuperação e relataram uma redução de até 8 vezes da produção absoluta de ATP a partir da glicólise do primeiro ao último *sprint*.

Sugerimos também que com o passar dos *sprints*, a via metabólica predominante para o fornecimento de energia passou a ser a via aeróbia. Segundo McGawley e Bishop (2008), a contribuição da fosforilação oxidativa no gasto energético total durante um único *sprint* é menor que 10%. Como os *sprints* são repetidos, o fornecimento de ATP por meio da via aeróbia aumenta progressivamente, contribuindo com aproximadamente 40% do total da energia fornecida durante o *sprint* final (BUCHHEIT *et al.*, 2009). Ainda segundo estes autores, apesar de uma desoxigenação muscular fisiológica que ocorre durante os SRs, a capacidade dos sujeitos em utilizar o O<sub>2</sub> pode estar bem preservada. No presente estudo, embora não tenhamos medido o VO<sub>2máx</sub> dos sujeitos, alguns eram altamente treinados para exercícios prolongados. Para estes sujeitos, observou-se uma maior capacidade em manter a PP e a PM durante os SRs em relação aos sujeitos pouco treinados. Esta observação nos remete refletir o porquê dos sujeitos com VO<sub>2máx</sub> mais elevado foram mais capazes de sustentar as potências durante os SRs. Neste sentido, Rademaker (1997) investigou dois grupos com diferentes proporções de fibras lentas (grupo I = 73% de fibras tipo I<sup>25</sup>; grupo IIb<sup>26</sup> = 45% de fibras tipo I), verificando, assim, uma maior sensibilidade (2 a 3 vezes) à mudança de

---

<sup>25</sup> Entende-se por fibras de contração lenta ou fibras brancas.

<sup>26</sup> Entende-se por fibras de contração rápida ou fibras vermelhas.

temperatura na produção de potência, por parte do grupo com maior proporção de fibras de contração lenta. E mais, Casey *et al.* (1996) observaram que uma redução na capacidade de trabalho observada em 2 *sprints* de 30 s de ciclismo, pode estar relacionada a uma lenta ressíntese e, conseqüentemente, uma reduzida disponibilidade, de ATP-CP em fibras do tipo IIb.

Apesar de tampouco termos medido o padrão de recrutamento de fibras musculares, pode ter havido uma alteração no padrão de recrutamento de fibras nos diferentes ambientes porque, quando há um maior recrutamento ou um recrutamento mais rápido de fibras tipo I em relação às tipo IIb, há um aumento na perda de adenina nucleotídeo e, conseqüentemente, maior formação de amônia, já que, no músculo esquelético, a forma mais provável de perda de adenina nucleotídeo, durante exercícios máximos ou supramáximos, é através do ciclo das purinas representado pela deaminação do AMP em IMP e amônia na presença da enzima AMP-deaminase (BABIJ *et al.*, 1983; GRAHAM *et al.*, 1993; LOWEINSTEIN, 1972; SNOW *et al.*, 1992). Logo, parece provável que, quanto maiores forem os níveis de amônia sanguínea, maior ou mais rápido terá sido o recrutamento de fibras tipo I.

Ao se comparar o valor médio do desempenho físico calculado a partir dos dados dos 10 *sprints*, não foram observadas diferenças no desempenho entre os ambientes de 42° C e 26° C. Ao analisar esses dados ao longo dos 10 *sprints*, novamente não encontramos diferenças entre os dois ambientes citados acima; foram encontradas apenas redução do desempenho ao longo dos *sprints* repetidos. No entanto, a análise dos nossos dados, sugeriu que a PP e PM estava maior a 42° C em comparação a 26° C apenas no primeiro *sprint*, sem qualquer diferença a partir do segundo *sprint*. Então, decidimos fazer uma análise isolada deste primeiro *sprint* e observamos que, de fato, as potências neste *sprint* foram maiores no ambiente 42° C em relação a 26° C (GRÁFICOS 7 e 10).

Os dados corroboram os achados de Falk *et al.* (1998) que, ao submeterem os sujeitos a 5 *sprints* de 15 s, observaram aumento de 8% na PP no ambiente quente (35° C) em relação ao controle (22° C). Da mesma forma, Ball *et al.* (1999) observaram que as PP e PM foram 25% e 15% maiores, respectivamente, no ambiente quente (30° C) em comparação com a situação controle (19° C). Girard *et al.* (2013) verificaram que, após submeterem os sujeitos a 10 *sprints* de 6 s, houve

um aumento no desempenho físico no ambiente quente (35° C) em relação ao ambiente controle (24° C). Os três autores relatam que o aumento das potências no ambiente quente pode ser atribuído a um efeito direto do aquecimento muscular nas curvas de força/velocidade e potência/velocidade. Dessa forma, para este estudo, sugerimos que o aquecimento muscular passivo causado pela exposição ao ambiente 42° C criou um ambiente propício para favorecer a ação enzimática, aumentar a velocidade de contração muscular e colaborar para um maior desempenho no ambiente quente.

Quanto à IF% (GRÁFICOS 11,12 e 13) e o TAPP (GRÁFICOS 14, 15 e 16) durante a realização dos SRs, não foram observadas diferenças significativas entre as condições ambientais estudadas. Sendo assim, essas variáveis de desempenho não parecem ser a causa das alterações do desempenho induzidas pela exposição a ambientes distantes da zona de neutralidade térmica. Dessa forma, outra sugestão para a maior potência produzida no ambiente quente em comparação aos outros ambientes seria um aumento do *drive* neural (maior ativação cortical) em virtude do estresse térmico causado pelo ambiente quente, o que aumentaria o nível de vigilância durante a realização de uma atividade de alta intensidade e curta duração. Essa hipótese foi levantada inicialmente no estudo de Bonfim (1999), no qual discute-se o aumento no nível de vigilância durante a realização de exercício submáximo em ambiente acima da zona de neutralidade térmica, em relação com o ambiente temperado. Entretanto, como nós não medimos o nível de vigilância dos participantes, sugerimos que pesquisas futuras incluam esta variável.

Girard *et al.* (2011) propuseram a utilização dos valores da %IF para se entender os mecanismos subjacentes à redução do desempenho. Quando o %IF é < 10%, ocorre uma ativação neural estável durante os SRs. No entanto, quando o %IF é > 10%, ocorre uma redução concomitante na ativação neural e no desempenho mecânico. Isso sugere que uma completa depleção dos substratos na musculatura pode ser um fator importante que contribui para a fadiga durante os *sprints*. Nesta perspectiva, os autores argumentam que aumentos consideráveis de íons de hidrogênio (H<sup>+</sup>) no músculo e no sangue durante os SRs, podem afetar o desempenho físico através de efeitos adversos sobre a musculatura contrátil e/ou através da inibição do ATP derivado da glicólise, possivelmente através de efeitos negativos sobre a fosfofrutoquinase e o glicogênio fosforilase. Em apoio a esta



sugestão, Thomas *et al.* (2005) observaram que o conteúdo de transportadores de monocarboxilatos do músculo esquelético (MCT1), que facilitam o lactato intramuscular e o processo de remoção de H<sup>+</sup>, foram inversamente correlacionadas com a IF% calculada durante 10 *sprints* de 10 s (recuperação = 30 s).

No que concerne o fato de a intensidade do exercício continuar muito alta ao longo dos 10 *sprints*, a ponto do indivíduo não ser mais capaz de manter a mesma potência para os *sprints* seguintes, Girard *et al.* (2011) propõe um conceito de fadiga que explica bem as observações da nossa pesquisa. Segundo os autores, A fadiga nos SRs é entendida como a redução da PP ou da velocidade induzida pelos esforços repetitivos (SRs), embora a tarefa ainda possa ser sustentada. Em adição, a fadiga se desenvolve rapidamente após o primeiro *sprint*. Neste sentido, King *et al.* (2016) observaram que o ambiente quente eleva a concentração das espécies reativas de oxigênio (EROs) auxiliando o músculo a regular o volume celular e manter a complacência das pontes cruzadas dos sarcômeros. Entretanto, os SRs, por sua vez, comprometeriam esta capacidade de regular o volume celular.

Com o objetivo de entender melhor esses resultados, analisamos a associação entre as alterações da temperatura muscular e as alterações da potência pico induzidas pelas diferentes temperaturas ambientes e verificamos que houve correlação significativa para o *sprint* 1 (GRÁFICO 17), enquanto não houve correlação significativa para os *sprints* de 2 e 10 (GRÁFICOS 18 e 19). Esses resultados sugerem que, a T<sub>MUSC</sub> foi eficiente para modular o desempenho no primeiro *sprint*, mas ineficiente nos *sprints* seguintes, já que, após o primeiro *sprint*, a fadiga muscular se sobrepôs aos efeitos causados pelas alterações da T<sub>MUSC</sub>. No melhor do nosso conhecimento, até o momento, esse foi o primeira pesquisa a verificar como as alterações da T<sub>MUSC</sub> induzidas pela exposição aos ambientes quente e frio modificam o desempenho em SRs.

No contexto esportivo, embora o desempenho atlético seja determinado por fatores técnicos e táticos, a importância dos SRs como um componente físico crucial para o desempenho de atletas/equipes esportivas tem sido questionada, especialmente quanto à fadiga, que tem sido ligada à incapacidade de reproduzir a potência máxima durante os *sprints*. Neste sentido, Paton, Hopkins e Vollebregt (2001) verificaram que uma redução de 0,8% na velocidade de *sprints* pode ser um fator decisivo no momento de se adquirir a posse de bola. Dentro desta perspectiva,

devido à natureza imprevisível dos jogos coletivos de oposição, intensos períodos de *sprints* podem determinar a obtenção da posse de bola ou a concessão de um gol.

Assim, para esta pesquisa, a título de aplicações práticas, depreendemos que o efeito do ambiente quente sobre o desempenho em SRs é um efeito temporário e do ambiente frio é um efeito sustentável. Isso sugere que o único benefício de competir no ambiente quente é ser mais rápido no primeiro *sprint* e se fizer um exercício preliminar, este efeito irá desaparecer. Entretanto, aquecer a musculatura no ambiente frio pode ser uma estratégia interessante para evitar a redução do desempenho em SRs associada com o resfriamento muscular.

Tal informação pode aumentar o conhecimento de treinadores e preparadores físicos sobre a influência da  $T_{AMB}$  no desempenho dessa capacidade de realizar SRs, permitindo um planejamento do treinamento na tentativa de se buscar estratégias com objetivo de explorar os efeitos positivos e minimizar os efeitos negativos de ambientes extremos.

É fundamental ressaltar que, na nossa pesquisa, apenas uma sessão de SRs foi avaliada. Um período de treinamento com a execução de SRs em ambientes extremos poderia resultar em diferentes resultados. Desta forma, sugere-se a estudos futuros verificar se o treinamento crônico com a realização de SRs, associado à exposição aos diferentes ambientes, poderia ou não potencializar o aumento do desempenho físico. Outra perspectiva interessante seria comparar os efeitos de um mesmo aumento de temperatura muscular, causado por métodos de aquecimento muscular passivo ou ativo, sobre o desempenho em SRs.

Algumas das limitações desse estudo estão listadas a seguir: 1) poderíamos ter realizado outras colheitas sanguíneas imediatamente antes e após os SRs para análise da concentração de lactato; 2) não fizemos testes de  $VO_{2max}$  durante a familiarização, o que poderia ajudar a explicar os motivos pelos quais os sujeitos com  $VO_2$  elevado são mais capazes de manter a potência por mais tempo durante os SRs; 3) não analisamos amônia, o que poderia complementar o entendimento da fadiga durante os SRs.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A exposição aguda ao ambiente de 42° C induziu aumento da  $T_{MUSC}$  sem alterar de maneira expressiva a  $T_{RETAL}$ , assim como a exposição a 10° C, que reduziu a  $T_{MUSC}$  também sem alterar expressivamente a  $T_{RETAL}$ . Essas alterações nas temperaturas corporais, especificamente as alterações da  $T_{MUSC}$ , induzidas pelas diferentes condições ambientais contribuíram para que o desempenho físico no primeiro *sprint* fosse maior no ambiente quente em relação aos demais ambientes e que o desempenho físico ao longo dos 10 *sprints* repetidos fosse menor no ambiente frio em relação aos demais ambientes.

Todavia, os efeitos da  $T_{MUSC}$  sobre o desempenho físico parecem ter sido transitórios, afetando o desempenho apenas no primeiro *sprint* dos 10 SRs. É possível que o desempenho físico a partir do segundo *sprint* seja mais determinado pela fadiga muscular do que pelas alterações da  $T_{MUSC}$ .

## REFERÊNCIAS

ASMUSSEN, E; BOJE, O. Body temperature and capacity for work. **Acta Physiology Scandinavia**. v. 10, p.01-22, 1945.

BABIJ, P. *et al.* Changes in blood ammonia, lactate and amino acids in relation to workload during bicycle ergometer exercise in man. **European Journal of Applied Physiology**. v.50, p.405-411, 1983.

BACKX, K. *et al.* Effects of differing heat and humidity on the performance and recovery from multiple high intensity, intermittent exercise bouts. **International Journal of Sports Medicine**. v. 21, p.400-405, 2000.

BALL, D. *et al.* Human power output during repeated sprint cycle exercise- the influence of thermal stress. **European Journal of Applied Physiology**. v.79, p.360-366, 1999.

BAR-OR, O. The Wingate anaerobic test: an update on methodology, reliability and validity. **Sports Medicine**. v. 4, p.381-394, 1987.

BISHOP, D. *et al.* Repeated-sprint ability – Part II. Recommendations for training. **Sports Medicine**. v. 41, n.9, p.741-756, 2011.

BOGDANIS, G.C. *et al.* Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. **Journal of Applied Physiology**. v. 80, p.876-884, 1996.

BONFIM, I. P. **Estudo do nível de vigilância durante o exercício submáximo em ambiente quente e úmido**. 1999. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999.

BORG, G. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.14, n. 5, p. 377-381, 1982.

BUCHHEIT, M., *et al.* Muscle deoxygenation during repeated sprint running: Effect of active vs. passive recovery. **International Journal Sports Medicine**. n.30, p.418-425, 2009.

CASEY, A. *et al.* Metabolic response of type I and II muscle fibers during repeated bouts of maximal exercise in humans. **American Journal of Physiology**. v. 271, n.1, p. E38-43, 1996.

CHEUNG, S. S. Hyperthermia and voluntary exhaustion: integrating models and future challenges. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**. v.32, n.4, p.808-817, 2007.

DAWSON, B. *et al.* Muscle phosphocreatine repletion following single and repeated short sprint efforts. **Scandinavian Journal of Medicine Science Sports**. v. 7, p. 206-213, 1997.

DRUST, B. *et al.* Elevations in core and muscle temperature impairs repeated sprint performance. **Acta Physiology Scandinavia**. v.183, n.2, p.181-90, 2005.

FALK, B. *et al.* The effect of heat exposure on performance of and recovery from high-intensity, intermittent exercise. **International Journal of Sports Medicine**. v.19, p.1-6, 1998.

FERRARI BRAVO, D. *et al.* Sprint vs interval training in football. **International Journal of Sports Medicine**. v. 29, n.8, p.668-674, 2008.

GAITANOS, G.C. *et al.* Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. **Journal of Applied Physiology**. v.75, p.712-9, 1993.

GALLOWAY, S. D.; MAUGHAN, R. J. Effects of ambient temperature on the capacity to perform prolonged exercise cycle exercise in man. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v. 29, n.9, p.1240-1249, 1997.

GIRARD, O.; BISHOP, D.J.; RACINAIS, S. Hot conditions improve power output during repeated cycling sprints without modifying neuromuscular fatigue characteristics. **European Journal of Applied Physiology**. v.113, p.359-369, 2013.

\_\_\_\_\_. *et al.*, Repeated-Sprint Ability – Part I Factors Contributing to Fatigue. **Sports Medicine**. v. 41, n.8, p. 673-694, 2011.

GONZALEZ-ALONSO, J. Human thermoregulation and the cardiovascular system. **Experimental Physiology**. v. 97, n.3, p. 340-346, 2012.

\_\_\_\_\_. *et al.* Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat. **Journal of Applied Physiology**. v.86, p.1032–1039, 1999.

GRAHAM, T. E. *et al.* Skeletal muscle ammonia production and repeated, intensive exercise in humans. **Canadian Journal of Physiology and Pharmacology**. v.71, p.484-490, 1993.

HARGREAVES, M. Physiological limits to exercise performance in the heat. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 11, p.66-71, 2008.

HORSTMAN, D.H; HOVARTH, S.M. Cardiovascular and temperature changes during progressive dehydration and euhydration. **Journal of Applied Physiology**. v. 33, n.4, p.446-450,1972.

HULTMAN, E.; SJOHOLM, H.. Energy metabolism and contraction force of human skeletal muscle in situ during electrical stimulation. **Journal of Physiology**. v.345, p.525-32, 1983.

IAIA, F.M.; RAMPININI, E.; BANGSBO, J. High-intensity training in football. **International Journal of Sports Physiology Performance**. v.4, n.3, p.291-306, 2009.

INBAR, O.; BAR-OR, O.; SKINNER, J. S. **The Wingate anaerobic test**. Champaign, IL. Human Kinetics, 1996.

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

KING *et al.* Hyperthermia, dehydration, and osmotic stress: unconventional sources of exercise-induced reactive oxygen species. **American journal of physiology.: Regulatory, integrative and comparative physiology**. v.310, p.R105–R114, 2016.

LINNANE, D.M. *et al.* Effects of hyperthermia on the metabolic responses to repeated high-intensity exercise. **European Journal of Applied Physiology**. v.93, p.159-66, 2004.

LOWENSTEIN, J. M. Ammonia production in muscle and other tissues- the purine nucleotide cycle. **Physiology Review**. v.52, n.2, p.382-414, 1972.

MATSUDO, S. *et al.* Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ): Estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. **Revista brasileira de atividade física e saúde**. v.6, n.2, p.05-18, 2001.

MCGAWLEY, K.; BISHOP, D. Anaerobic and aerobic contribution to two, 5 x 6-s repeated-sprint bouts. **Coach Sport Science Journal**. v.3, n.52, 2008.

NIELSEN, B. *et al.* Human circulatory and thermoregulatory adaptations with heat acclimation and exercise in a hot, dry environment. **The Journal of Physiology**. v.460, p.467-485, 1993.

NYBO, L. *et al.* Performance in the Heat—Physiological Factors of Importance for Hyperthermia-Induced Fatigue. **Comprehensive Physiology**. v.4, p.657-689, 2014.

OKSA J.; RINTAMAKI, H.; RISSANEN, S. Recovery of muscular performance by rewarming exercise in the cold. **Human Movement Science**. v.15,p.591-603, 1996.

PATON, C.D.; HOPKINS, W.G.; VOLLEBREGT, L. Little effect of caffeine ingestion on repeated sprints in team-sport athletes. **Medicine Science Sports Exercise**. v.33,n.5,p.822-5, 2001.

PARKIN, J.M. *et al.* Effect of ambient temperature on human skeletal muscle metabolism during fatiguing submaximal exercise. **Journal of Applied Physiology**. v.86,n.3,p.902–908, 1999.

PEISER, B.; REILLEY, T. Environmental factors in the summer Olympics in historical perspective. **Journal of Sports Sciences**. v.22, p.981-1002, 2004.

RACINAIS, S; OKSA, J. **Temperature and neuromuscular function**. **Scandinavian Journal of Medicine Science Sports**. v.20,n.3,p.1-18, 2010.

RADEMAKER, A. **Human locomotory performance: effects of fatigue and temperature in relation to muscle fiber type variability**. PhD thesis, Vrije University Amsterdam, 1997.

ROBERTS, M. F. *et al.* Skin blood flow and sweating changes following exercise training and heat acclimatization. **Journal of Applied Physiology**, v. 43, p.133-137, 1977.

SARGEANT, A.J. Effect of muscle temperature on leg extension force and short-term power output in humans. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**. v.56, n.6, p.693-698, 1987.

SARGEANT, A.J., JONES, D.A. The significance of motor unit variability in sustaining mechanical output of muscle. In: Gandevia SC, Enoka RM, McComas AJ, Stuart DG, Thomas CK (eds) **Fatigue neural and muscular mechanisms**. Plenum Press, New York, p.323-338, 1996.

SCHLADER, Z. J.; STANNARD, S. R.; MÜNDEL, T. Exercise and heat stress: performance, fatigue and exhaustion - a hot topic. **British Journal of Sports Medicine**, 2011.

SIRI, W. **Body composition from fluid paces and density: analysis of methods**. In: Brozek, J.; Herschel, A. *Techniques for measuring body composition*. Washington, National Academy of Science, 1961.

SNOW, R. J. *et al.* Sprint training attenuates plasma ammonia accumulation following maximal exercise. **Acta Physiology Scandinavia**. v.144, p.395-396, 1992.

SPENCER, M., *et al.* Physiological and Metabolic Responses of Repeated-Sprint Activities: Specific to Field-Based Team Sports. **Sports Medicine**. v.35, n.12, p.1025-1044, 2005.

TAYLOR, N. A. S.; COTTER, J. D. Heat Adaptation: Guidelines for the optimisation of human performance. **International Sport Medicine Journal.: The Extreme Environment and Sports Medicine**. v.7,n.1, p.33-57, 2006.

THOMAS, M. M. *et al.* Voluntary muscle activation is impaired by core temperature rather than local muscle temperature. **Journal of Applied Physiology**. v.100, n.4, p.1361-9, 2006.

\_\_\_\_\_. *et al.* Monocarboxylate transporters, blood lactate removal after supramaximal exercise, and fatigue indexes in humans. **Journal of Applied Physiology**. n.98, p.803-809, 2005.

THOMAS, S.; READING, J.; SHEPHARD, R. J. Revision of the Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q). **Canadian Journal of Sport Sciences**. v.17,n.4, p.338-45, 1992.

TOMLIN, D.L.; WENGER, H.A. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. **Sports Medicine**. v. 31, p.01-11, 2001.

WEBB, P. Temperatures of skin, subcutaneous tissue, muscle and core in resting men in cold, comfortable and hot conditions. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**. v.64, n.5, p.471-6, 1992.



**ANEXOS****ANEXO I**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP**


**Projeto: CAAE – 47193715.8.0000.5149**

**Interessado(a): Prof. Samuel Penna Wanner  
Departamento de Esportes  
EEFFTO**

**DECISÃO**

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 15 de setembro de 2015, o projeto de pesquisa intitulado "Efeitos da exposição aguda aos ambientes quente e frio sobre o desempenho em sprints repetidos no cicloergômetro" bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto através da Plataforma Brasil.

  
Prof. Dra. Telma Campos Medeiros Lorentz  
Coordenadora do COEP-UFMG

**ANEXO II**  
**QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA –**  
**VERSÃO CURTA -**

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

**Data:** \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ **Idade :** \_\_\_\_ **Sexo:** F ( ) M ( )

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação à pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação!

Para responder as questões lembre que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez.

**1a** Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?  
dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA** ( ) Nenhum

**1b** Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?  
horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

**2a.** Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**)  
dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA** ( ) Nenhum

**2b.** Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

**3a** Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA** ( ) Nenhum

**3b** Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

**4a.** Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana**?

\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

**4b.** Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um **dia de final de semana**?

\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

#### **PERGUNTA SOMENTE PARA O ESTADO DE SÃO PAULO**

5. Você já ouviu falar do Programa Agita São Paulo? ( ) Sim ( ) Não

6.. Você sabe o objetivo do Programa? ( ) Sim ( ) Não

#### **CENTRO COORDENADOR DO IPAQ NO BRASIL– CELAFISCS - INFORMAÇÕES ANÁLISE, CLASSIFICAÇÃO E COMPARAÇÃO DE RESULTADOS NO BRASIL**

**Tel-Fax: – 011-42298980 ou 42299643. E-mail: celafiscs@celafiscs.com.br**

Home Page: [www.celafiscs.com.br](http://www.celafiscs.com.br) IPAQ Internacional: [www.ipaq.ki.se](http://www.ipaq.ki.se)

## ANEXO II

## Questionário PAR-Q

Nome: \_\_\_\_\_ Nasc.: \_\_\_\_\_ Tel.: \_\_\_\_\_

<b>Teste 1 : PAR-Q</b>	
1 - Seu médico já disse que você possui um problema cardíaco e recomendou atividades físicas apenas sob supervisão médica?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
2 - Você tem dor no peito provocada por atividades físicas?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
3 - Você sentiu dor no peito no último mês?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
4 - Você já perdeu a consciência em alguma ocasião ou sofreu alguma queda em virtude de tontura?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
5 - Você tem algum problema ósseo ou articular que poderia agravar-se com a prática de atividades físicas?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
6 - Algum médico já lhe prescreveu medicamento para pressão arterial ou para o coração?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
7 - Você tem conhecimento, por informação médica ou pela própria experiência, de algum motivo que poderia impedi-lo de participar de atividades físicas sem supervisão médica?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
<b>Teste 2: Fatores de Risco para Doença Coronariana (ACSM 1998a)</b>	
1 - IDADE: Homem acima de 45 anos ou mulher acima de 55 anos?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
2 - COLESTEROL - Acima de 240 mg/l ou desconhecida (não sabe)	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
3 - PRESSÃO ARTERIAL - Acima de 140/90 mmHg , desconhecida ou usa medicamento para a pressão	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
4 - TABAGISMO - fuma?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
5 - DIABETES - Tem diabetes de qualquer tipo?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
6 - HISTÓRIA FAMILIAR DE ATAQUE CARDÍACO - Pai ou irmão antes de 55 anos ou Mãe ou irmã antes dos 65 anos	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
7 - SEDENTARISMO - Atividade profissional sedentária e menos de 30 minutos de atividade física pelo menos 3 vezes por semana	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não
8. OBESIDADE - mais de 10 kg de excesso de peso ( <a href="#">comparar tabela</a> )	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não

Declaro a veracidade do conteúdo exposto acima.  
 Belo Horizonte, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2015.

## APÊNDICE APÊNDICE I

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA:

**Efeitos da exposição aguda aos ambientes quente e frio sobre o desempenho em *sprints* repetidos no cicloergômetro**

---

Convidamos você para ser voluntário do projeto de pesquisa intitulado **“Efeitos da exposição aguda aos ambientes quente e frio sobre o desempenho em *sprints* repetidos no cicloergômetro”**, cujo objetivo é avaliar o efeito de diferentes temperaturas ambientais sobre o desempenho de *sprints* repetidos.

Você passará, em quatro dias diferentes, por uma sessão de familiarização com os procedimentos a serem realizados (duração total de 90min) e por três dias para as situações experimentais (duração total de 120min). Na sessão de familiarização, você será submetido a todos os procedimentos de coleta, semelhantes aos realizados nas três situações experimentais, exceto que *na familiarização não haverá mensuração da temperatura retal, temperatura muscular, temperatura da pele e colheita de sangue para posterior análise de lactato sanguíneo*.

Nas três situações experimentais você permanecerá durante 60 minutos em repouso a um dos três ambientes estudados, cada dia um ambiente: 1) ao ambiente quente (42° C), 2) ambiente temperado (26° C) e 3) ambiente frio (10° C). A umidade relativa do ar (URA) será mantida em 50% para as três situações experimentais. As situações experimentais acontecerão em três dias distintos, de maneira aleatória, com um intervalo mínimo de uma e máximo de duas semanas entre elas.

Nos dias das situações experimentais, após chegar ao laboratório, você será devidamente posicionado para a inserção de um termômetro muscular flexível a 3 cm de profundidade na musculatura do bíceps femoral. Este termômetro é feito de silicone (não causando irritação a pele) apresenta 0,8 mm de diâmetro e será inserido por um profissional da saúde devidamente capacitado (médico, fisioterapeuta, profissional de educação física ou enfermeiro), logo após a aplicação de um anestésico local (Cloridrato de Lidocaína, 1% sem vasoconstritor, Xylestesin®). Em seguida você será encaminhado para o vestiário para colocação da sonda retal (inserida a 11 cm além do esfíncter anal) e a roupa adequada para a exposição (short). O termômetro muscular é esterilizado através de processos térmicos (autoclave a 120° C) e sua utilização não oferece qualquer tipo de risco. Para o registro da temperatura, o termômetro muscular é conectado a um indicador de temperatura digital.

Após esse processo de preparação, você permanecerá em repouso por dez minutos, em uma sala anexa à câmara ambiental, com temperatura controlada. Nesse período iremos registrar as temperaturas muscular, retal e da pele (através de um sensor infravermelho), frequência cardíaca, conforto térmico e será realizada a primeira colheita de sangue para posterior análise do lactato sanguíneo. Em seguida, você será direcionado à câmara ambiental, para ser exposto à temperatura ambiente previamente determinada para o dia. Nesse período de exposição você permanecerá sentado, em repouso, vestindo apenas o short (no dia de exposição ao ambiente frio

você também poderá usar meia e luvas, fornecidas pelo pesquisador responsável). Ao final da exposição, você irá calçar o tênis, será colhida mais uma amostra de sangue para posterior análise do lactato, e então, irá realizar os exercícios de *sprints* repetidos constituídos de 10 repetições de 6 segundos com 30 segundos de recuperação entre cada repetição. Ao fim do teste serão registradas as temperaturas muscular, retal e da pele, frequência cardíaca e percepção subjetiva do esforço (PSE) semelhante às condições anteriores e colhida mais duas amostras de sangue para posterior análise do lactato sanguíneo nos minutos 5 e 10.

Os *sprints* repetidos serão interrompidos conforme com os seguintes critérios:

- Você solicitar o término do exercício;
- Os pesquisadores notarem a presença de sintomas como tontura, confusão, falta de coordenação dos movimentos, palidez, cianose, náusea, pele fria e úmida.

Ao término dos procedimentos você será encaminhado à sala anexa à câmara ambiental, onde o sensor de temperatura muscular será retirado pelo pesquisador que realizou a inserção. Após isso você estará liberado para deixar o laboratório.

No presente estudo serão analisadas as variáveis relacionadas ao desempenho dos *sprints* repetidos e as temperaturas muscular, retal e da pele no peito, braço e coxa (com um termômetro digital, infravermelho), frequência cardíaca, conforto térmico e lactato sanguíneo. Todos os dados serão coletados antes da exposição à câmara ambiental, após a exposição e após os exercícios de *sprints* repetidos.

Todos os seus dados pessoais serão confidenciais, sua identidade não será revelada publicamente em hipótese alguma e somente os pesquisadores envolvidos neste estudo terão acesso a essas informações. Os dados coletados serão utilizados exclusivamente para fins de pesquisa (publicados como artigos científicos) ou ensino (uso didático) e ficarão armazenados no Laboratório de Fisiologia do Exercício.

Os riscos deste estudo são relativamente pequenos e estão associados, principalmente com a inserção do sensor de temperatura muscular, incluindo dor, inchaço, vermelhidão e até infecção. No entanto, para evitar esses sintomas e riscos, são adotados os corretos procedimentos para manuseio de materiais estéreis. A pele será higienizada antes e após a inserção do termômetro muscular e será aplicado um anestésico local, para evitar a dor. Caso ocorram efeitos adversos do processo de inserção do termômetro muscular, os pesquisadores o levarão, em carro próprio, para o serviço de pronto atendimento da UFMG. Os benefícios em participar deste estudo estão relacionados a possibilidade de contribuir para o estudo da atividade física e do esporte, ajudando a descobrir novos métodos que auxiliem na compreensão das variáveis que influenciam o desempenho físico. Em contrapartida à participação na pesquisa, você receberá informações sobre seu desempenho no teste de *sprints* repetidos que poderão ser utilizadas para prescrição e controle do seu próximo programa de treinamento.

Não está prevista qualquer forma de remuneração para os voluntários. Todas as despesas especificamente relacionadas ao estudo são de responsabilidade do laboratório de

Fisiologia do Exercício (LAFISE) da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.

Você dispõe de total liberdade para esclarecer as questões que possam surgir durante a pesquisa. Para qualquer dúvida referente aos aspectos éticos que envolvem a sua participação nessa pesquisa, por favor, entre em contato com os pesquisadores responsáveis pelo estudo: Dr. Emerson Silami Garcia, tel.: 3409-2334 e Gustavo Guimarães Aguiar de Oliveira, tel.: 3409-2334/9788-5822 ou com o Comitê de Ética em Pesquisa: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II – 2º andar, sl. 2005 cep. 31270901 - BH/MG,; tel.: 34094592; email: *coep@prpq.ufmg.br*. Os pesquisadores podem decidir sobre a sua exclusão do estudo por razões científicas, sobre as quais você será devidamente informado.

Após ter todas as suas dúvidas esclarecidas pelos pesquisadores responsáveis, se você concordar em participar dessa pesquisa, você deverá assinar este termo em duas vias, uma via para você e outra pra os pesquisadores responsáveis.

## CONSENTIMENTO

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito de todos os dados que li e concordo, voluntariamente, em participar do estudo **“Efeitos da exposição aguda aos ambientes quente e frio sobre o desempenho em sprints repetidos no cicloergômetro”**, que será realizado no Laboratório de Fisiologia do Exercício da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais. Além disso, estou ciente de que posso me recusar a participar deste estudo e/ou abandoná-lo a qualquer momento, sem precisar me justificar e sem que isso seja motivo de qualquer tipo de constrangimento para mim.

Belo Horizonte \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2015

Assinatura do voluntário: \_\_\_\_\_

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

Declaro que expliquei os objetivos deste estudo para o voluntário, dentro dos limites dos meus conhecimentos científicos.

\_\_\_\_\_  
Gustavo Guimarães Aguiar de Oliveira

Mestrando em Ciências do Esporte – EEFFTO/ UFMG

\_\_\_\_\_  
Dr. Emerson Silami Garcia

Orientador e Professor da EEFFTO/ UFMG

<p><b>Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (COEP-UFMG):</b> Av. Pres. Antonio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II – 2º andar Sala 2005 – CEP 31270-901 – BH – MG – Telefax: (31) 3409-4592 email: <i>coep@prpq.ufmg.br</i></p>
--