

**André Maia Lima**

**O RESFRIAMENTO CORPORAL PRÉ-EXERCÍCIO  
RETARDA A REDUÇÃO DE POTÊNCIA CAUSADA PELA  
REALIZAÇÃO DO EXERCÍCIO EM AMBIENTE QUENTE, E  
NÃO INFLUENCIA O DESEMPENHO EM AMBIENTE  
TEMPERADO**

Belo Horizonte  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG  
2012

**André Maia Lima**

**O RESFRIAMENTO CORPORAL PRÉ-EXERCÍCIO  
RETARDA A REDUÇÃO DE POTÊNCIA CAUSADA PELA  
REALIZAÇÃO DO EXERCÍCIO EM AMBIENTE QUENTE, E  
NÃO INFLUENCIA O DESEMPENHO EM AMBIENTE  
TEMPERADO**

Dissertação apresentada ao Curso de Ciências do Esporte da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências do Esporte.

Área de concentração: Fisiologia do Exercício

Orientador: Prof. Dr. Emerson Silami Garcia

Belo Horizonte  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG  
2012



Universidade Federal de Minas Gerais  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.  
Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte



Dissertação intitulada **“Efeito do resfriamento corporal pré-exercício na geração de potência durante 30 km de ciclismo de intensidade autorregulada em ambientes quente e temperado”**, de autoria do mestrando **André Maia Lima**, defendida em 19 de novembro de 2012, na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais e submetida à banca examinadora composta pelos professores:

Prof. Dr. EMERSON SILAMI GARCIA (ORIENTADOR)  
Departamento de Esportes  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional  
Universidade Federal de Minas Gerais

Prof. Dr. LUCIANO SALES PRADO  
Departamento de Educação Física  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional  
Universidade Federal de Minas Gerais

Prof. Dr. FÁBIO YUZO NAKAMURA  
Departamento de Educação Física  
Universidade Estadual de Londrina

Belo Horizonte, 19 de novembro de 2012.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Jesus Cristo.

Aos meus pais que sempre acreditaram e me apoiaram, não poupando sacrifícios pela realização dos meus sonhos. Por sempre oferecerem conforto e bons conselhos nos momentos difíceis.

Às minhas irmãs Mariana e Amanda por estarem sempre presentes e me ajudando naquilo que podiam.

À Cristina pelo seu amor e paciência, e por tentar me ajudar em tudo que podia.

À minha querida família pela torcida, carinho, preocupação e orações.

Ao Guilherme Passos Ramos meu grande amigo e companheiro desde a iniciação científica, que viveu comigo várias experiências inesquecíveis, tanto acadêmicas quanto pessoais. Nós fizemos todas as disciplinas juntos, todas as coletas juntos e, para completar, defendemos a dissertação no mesmo dia.

Aos amigos e alunos de iniciação científica Diogo Pacheco e Gustavo Guimarães que se dedicaram ao máximo e foram fundamentais para a realização desse trabalho.

Ao professor Dr. Emerson Silami Garcia por me aceitar como seu aluno de iniciação científica e de mestrado, e pelo seu grande amor e contribuição à educação física.

À Michele Macedo e ao professor Dr. Fabiano Trigueiro Amorim, pela ajuda na interpretação dos resultados e na escrita da dissertação.

Ao professor Dr. Luciano Sales Prado por aceitar participar da banca avaliadora e pela grande ajuda na minha formação, me aceitando como aluno de prática docente, me cedendo o espaço de sua sala para a coleta de dados e estando sempre disponível para ajudar.

Aos voluntários por aceitarem participar dessa pesquisa. Obrigado pela boa vontade e compromisso.

Aos amigos e companheiros de estudo Carolina Wilke, Christian Cabido, Cletiana, Cristiano Lino, Débora Romualdo, Eduardo Penna, Haylander, Karine Goulart, Marcelo Teixeira, Matheus Sacchetto, Patrícia Rocha, Rafael Almeida, Renata Lane, Rodrigo Morandi e William Damasceno pelas conversas, contribuições, ajuda e amizade.

Aos companheiros de laboratório que me orientaram durante a iniciação científica, Aline Gomes, Emerson Rodrigues, Lucas Mortimer, Luciano Antonacci, Moisés Carvalho e Thiago Mendes.

Aos professores Danusa Dias Soares, Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues, Nilo Resende Viana Lima e Samuel Penna Wanner por contribuírem na minha formação.

Aos meus grandes amigos Brenão, Diogo, Gustavinho e Vítor por estarem juntos comigo em todos os momentos.

Aos demais colegas de laboratório, Adriano Lima, Alessandra Garcia, Ana Cláudia, Ana Cançado, Bernardo Moreira, Daniel Coelho, Elisa Couto, Gabriel Quinan, Ivana Fonseca, João Batista, Juliana Guimarães, Leonardo Coelho, Luiz Barcellos, Marco Aurélio Melo, Milene Malheiros, Ney, Lucas Lima, Lucas Oaks, Luciana Madeira e Washington Pires.

Ao povo brasileiro por custear os meus estudos em uma universidade pública.

A todos aqueles que participaram direta ou indiretamente desta grande etapa da minha vida.

**"Se eu não fosse imperador, desejaria ser professor.  
Não conheço missão maior e mais nobre que a de dirigir  
as inteligências jovens e preparar os homens do futuro."**

**D PEDRO II**

## RESUMO

Um importante fator para o surgimento da fadiga é o aumento da temperatura corporal, o que pode ser atenuado pelo resfriamento corporal pré-exercício. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do resfriamento corporal pré-exercício na potência gerada durante 30 km de ciclismo com intensidade autorregulada em ambientes quente e temperado. Para isso, participaram voluntariamente do estudo oito atletas de ciclismo do sexo masculino (idade  $28,87 \pm 0,97$  anos,  $VO_{2max}$   $55,77 \pm 2,79$  ml.km<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, massa corporal  $77,55 \pm 2,7$  kg, estatura  $181 \pm 0,02$  cm,  $10 \pm 4\%$  de gordura corporal). Os voluntários percorreram 30km de ciclismo na maior velocidade possível em ambiente quente (35°C, 68% URA; SR<sub>35</sub>) e temperado (24°C, 68% URA; SR<sub>24</sub>), e após terem sido submetidos a um resfriamento corporal (RESF) pré-exercício por meio de imersão em água (24°C), em ambos ambientes (RESF<sub>35</sub> e RESF<sub>24</sub>). O resfriamento corporal (RESF<sub>35</sub>) retardou a redução na intensidade do exercício observado na situação controle no ambiente quente, quando comparada à situação em ambiente temperado, o que resultou em menor tempo de exercício. No ambiente temperado, o resfriamento corporal pré-exercício (RESF<sub>24</sub>) não afetou o desempenho. A temperatura retal permaneceu menor durante todo o exercício na situação RESF<sub>35</sub> quando comparada à situação SR<sub>35</sub>, e não foi maior quando comparada à situação SR<sub>24</sub>. A taxa de acúmulo de calor foi maior nas duas situações de resfriamento corporal quando comparadas às situações de controle no mesmo ambiente. O resfriamento corporal pré-exercício não influenciou a temperatura da pele, o conforto térmico, a percepção de esforço, a FC, o VO<sub>2</sub>, a ingestão de água e a taxa de sudorese durante o exercício nos dois ambientes. Conclusão: O resfriamento corporal pré-exercício retardou a redução de potência causada pela realização do exercício em ambiente quente, quando comparada à produzida no ambiente temperado. Neste ambiente, o resfriamento corporal pré-exercício não influenciou o desempenho.

**Palavras-chave:** Resfriamento corporal pré-exercício. Fadiga. Termorregulação. Ciclismo.

## ABSTRACT

One of the most important factors for fatigue is the increase of the body core temperature, which can be mitigated by pre-exercise body cooling. The aim of this study was to assess the effects of whole-body pre-cooling strategy in power output during 30 km self-paced cycling in warm and temperate environments. Eight males athletes cyclists (age  $28,87 \pm 0,97$  years old,  $VO_{2max}$   $55,77 \pm 2,79$  ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, body mass  $77,55 \pm 2,7$  kg, height  $181 \pm 0,02$  cm,  $10 \pm 4\%$  body fat) performed voluntarily in this study. The volunteers performed 30 km self-paced cycling exercise, riding as fast as possible in a warm (35°C, 68% RH; SR<sub>35</sub>) and temperate (24°C, 68% RH; SR<sub>24</sub>) environment and after being subjected to a pre-cooling activity through the immersion in water at 24°C in both environments (RESF<sub>35</sub> and RESF<sub>24</sub>). The whole-body pre-cooling strategy (RESF<sub>35</sub>) delayed the reduction in exercise intensity noticed in control condition on the warm scenario (SR<sub>35</sub>), when compared against the control condition in the temperate environment (SR<sub>24</sub>), resulting in a shorter time for completion of the 30km activity. The whole-body pre-cooling strategy in the temperate environment did not affect the overall performance. Rectal temperature remained lower throughout the exercise in RESF<sub>35</sub> compared to SR<sub>35</sub>, and it was not higher than when compared to SR<sub>24</sub>. Heat storage rate was higher in both body pre-cooling scenarios when compared to control conditions in the same environment. The body pre-cooling did not affect skin temperature, thermal comfort, rating of perceived exertion, HR, VO<sub>2</sub>, water intake and sweating rate during exercise in either environment. Conclusion: The whole-body pre-cooling strategy delayed the reduction in power output induced by exercising in a warm environment when compared to temperate environment. On this environment, pre-cooling did not influence performance.

**Keywords:** Whole-body pre-cooling strategy; Fatigue; Thermoregulation; Cycling.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 Diagrama dos mecanismos de motivação, fadiga e exaustão .....	15
FIGURA 2 Situações experimentais .....	25
FIGURA 3 Voluntário durante a realização do exercício físico .....	26
FIGURA 4 Voluntário durante a imersão, e o pesquisador agitando a água .....	29
GRÁFICO 1 Tempo de exercício nas quatro situações experimentais .....	35
GRÁFICO 2 Potência média gerada durante o exercício nas quatro situações experimentais.....	35
GRÁFICO 3 Geração de potência ao longo da distância percorrida nas quatro situações experimentais .....	37
GRÁFICO 4 Velocidade ao longo da distância percorrida nas quatro situações experimentais.....	39
GRÁFICO 5 Cadência ao longo da distância percorrida nas quatro situações experimentais.....	40
GRÁFICO 6 Temperatura retal ao longo da distância percorrida nas quatro situações experimentais.....	41
GRÁFICO 7 Elevação média da temperatura retal durante o exercício nas quatro situações experimentais.....	42
GRÁFICO 8 Temperatura média da pele ao longo da distância percorrida nas quatro situações experimentais.....	43
GRÁFICO 9 Temperatura da testa ao longo da distância percorrida nas quatro situações experimentais.....	44
GRÁFICO 10 Taxa de acúmulo de calor durante o exercício nas quatro situações experimentais.....	45
GRÁFICO 11 Taxa de acúmulo de calor antes e após a $T_{\text{repouso}}$ nas quatro situações experimentais.....	46
GRÁFICO 12 Frequência cardíaca ao longo da distância percorrida nas quatro situações experimentais.....	48
GRÁFICO 13 Consumo de oxigênio ao longo da distância percorrida nas quatro situações experimentais.....	49
GRÁFICO 14 Lactatemia ao longo da distância percorrida nas quatro situações experimentais.....	50

GRÁFICO 15 Conforto térmico ao longo da distância percorrida nas quatro situações experimentais.....	51
GRÁFICO 16 Percepção subjetiva do esforço ao longo da distância percorrida nas quatro situações experimentais.....	52
QUADRO 1 Ordem das situações experimentais .....	25

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 Caracterização da amostra .....	22
TABELA 2 Tempo de exercício (min) de cada voluntário nas quatro situações experimentais.....	36
TABELA 3 Ingestão de água, sudorese e taxa de sudorese durante o exercício nas quatro situações experimentais.....	47

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

$\alpha$	Nível de significância
° C	Grau Celsius
ANOVA	Análise de variância
ASC	Área de superfície corporal
bpm	Batimentos por minuto
cm	Centímetros
CV	Coefficiente de variação
E.P.M.	Erro padrão da média
FC	Frequência cardíaca
FC <sub>Max</sub>	Frequência cardíaca máxima
g	Gramas
h	Hora
kcal	Quilocaloria
kg	Quilograma
min	Minuto
n	Unidades experimentais
PAR-Q	Questionário de Prontidão para Atividade Física
PSE	Percepção Subjetiva do Esforço
SR <sub>24</sub>	Situação sem resfriamento corporal prévio no ambiente temperado
SR <sub>35</sub>	Situação sem resfriamento corporal prévio no ambiente quente
R	Quociente respiratório
RESF	Resfriamento corporal
RESF <sub>24</sub>	Situação com resfriamento corporal prévio no ambiente temperado
RESF <sub>35</sub>	Situação com resfriamento corporal prévio no ambiente quente
SNC	Sistema nervoso central
t	Tempo
TAC	Taxa de acúmulo de calor
T <sub>pele</sub>	Temperatura média da pele
T <sub>retal</sub>	Temperatura retal
T <sub>testa</sub>	Temperatura da testa
URA	Umidade relativa do ar
VO <sub>2</sub>	Consumo de oxigênio
VO <sub>2máx</sub>	Consumo máximo de oxigênio
W	Watt

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>1.1 Objetivo</b> .....	<b>20</b>
<b>1.2 Hipóteses</b> .....	<b>20</b>
<b>2 MÉTODOS</b> .....	<b>21</b>
<b>2.1 Cuidados éticos</b> .....	<b>21</b>
<b>2.2 Amostra</b> .....	<b>21</b>
2.2.1 Recrutamento e seleção da amostra .....	21
<b>2.3 Procedimentos prévios às situações experimentais</b> .....	<b>22</b>
2.3.1 Procedimentos antropométricos .....	22
2.3.2 Protocolo de exercício para determinação do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ) .....	23
<b>2.4 Delineamento experimental</b> .....	<b>24</b>
<b>2.5 Procedimentos para coleta de dados</b> .....	<b>27</b>
2.5.1 Resfriamento corporal pré-exercício .....	28
<b>2.6 Variáveis estudadas</b> .....	<b>30</b>
<b>2.7 Análise estatística</b> .....	<b>33</b>
<b>3 RESULTADOS</b> .....	<b>34</b>
<b>3.1 Resfriamento corporal</b> .....	<b>34</b>
<b>3.2 Variáveis de desempenho</b> .....	<b>34</b>
3.2.1 Potência .....	37
3.2.2 Velocidade .....	38
3.2.3 Cadência .....	40
<b>3.3 Temperatura retal</b> .....	<b>41</b>
3.3.1 Elevação da temperatura retal .....	42
<b>3.4 Temperatura média da pele</b> .....	<b>43</b>
<b>3.5 Temperatura da testa</b> .....	<b>44</b>
<b>3.6 Taxa de acúmulo de calor</b> .....	<b>45</b>
<b>3.7 Ingestão de água, sudorese e estado de hidratação</b> .....	<b>47</b>
<b>3.8 Frequência cardíaca</b> .....	<b>48</b>
<b>3.9 Consumo de oxigênio</b> .....	<b>49</b>
<b>3.10 Lactatemia e glicemia</b> .....	<b>50</b>

<b>3.11 Conforto térmico.....</b>	<b>51</b>
<b>3.12 Percepção subjetiva de esforço .....</b>	<b>52</b>
<b>4 DISCUSSÃO .....</b>	<b>53</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>61</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>62</b>
<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>74</b>
<b>ANEXO A .....</b>	<b>74</b>
<b>ANEXO B.....</b>	<b>75</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Durante a prática de exercícios físicos, a fadiga é definida como “qualquer redução na capacidade de produzir força ou potência máxima” (TAYLOR; GANDEVIA, 2008; DAVIS; BAILEY, 1997; BIGLAND-RITCHIE; WOODS, 1984) ou como “aumento da percepção do esforço para desempenhar uma força desejada e uma eventual incapacidade de produzir essa força” (DAVIS; BAILEY, 1997; ENOKA; STUART, 1992). De acordo com o modelo do Governador Central (ST CLAIR GIBSON; NOAKES, 2004; NOAKES; ST CLAIR GIBSON; LAMBERT, 2005), a fadiga ocorre sem nenhuma evidência de falha na homeostase durante qualquer forma de exercício. Em atividades realizadas em ambiente quente e em situação de hipóxia, por exemplo, nenhuma falha catastrófica da regulação termorregulatória ou metabólica é observada (ST CLAIR GIBSON; NOAKES, 2004; NOAKES; ST CLAIR GIBSON; LAMBERT, 2005). A partir das informações aferentes dos diferentes sistemas, como disponibilidade de substratos ou acúmulo de metabólitos, o sistema nervoso central modula processos de controle no cérebro de uma maneira dinâmica, não linear e integrativa (LAMBERT; ST CLAIR GIBSON; NOAKES, 2005). Dessa forma, as alterações no ritmo, e mesmo a interrupção do exercício, ocorrem como parte de uma contínua regulação da homeostase corporal. A partir dessas considerações, a fadiga é entendida como uma percepção que resulta da integração complexa da retroalimentação dos diversos sistemas fisiológicos e que pode estar associada com a alteração na produção de força (LAMBERT; ST CLAIR GIBSON; NOAKES, 2005). Noakes (2012) ainda acrescenta que a regulação da intensidade do exercício também é influenciada por outros fatores como o estado emocional do indivíduo, fadiga mental, motivação, experiências prévias com tarefas parecidas, autoconfiança, prêmios por bons resultados e a presença de adversários.

O modelo do “Governador Central” vai ao encontro do “Modelo dos Limites Integrados”, proposto previamente no nosso laboratório por Rodrigues e Silami-Garcia (1998). Neste modelo, a fadiga também é entendida como um mecanismo de proteção de origem multifatorial. Segundo o Modelo dos Limites Integrados, a realização do exercício é regulada a partir de uma constante avaliação entre os riscos e os benefícios envolvidos (FIG 1).

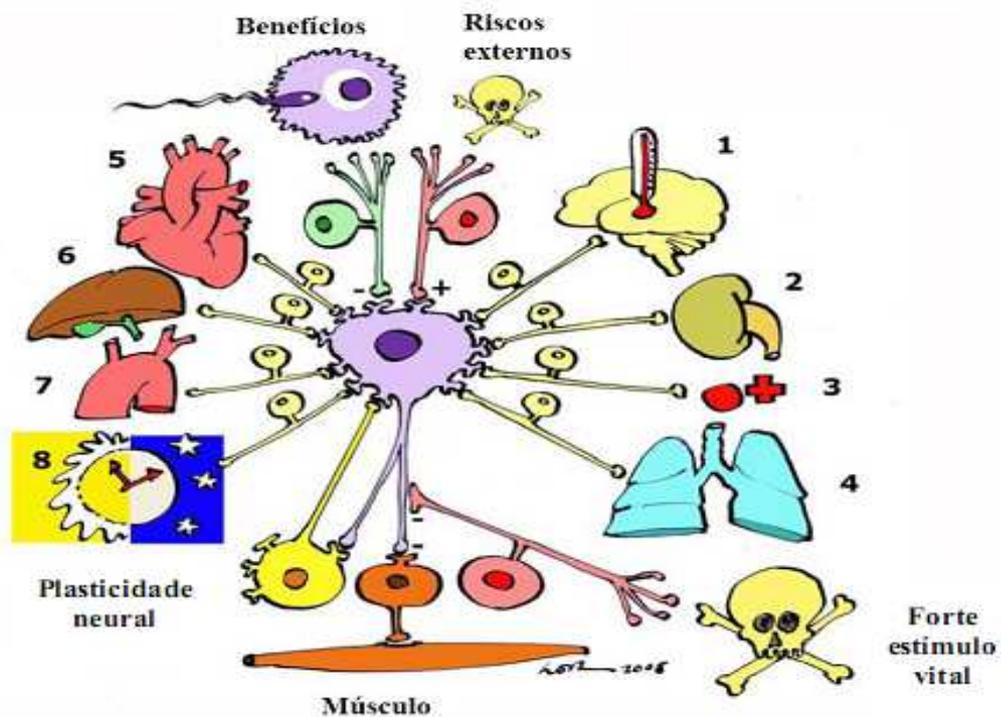


FIGURA 1. Diagrama dos mecanismos da motivação, fadiga e exaustão. A redução da intensidade do exercício ou sua interrupção ocorreria como resultado da ativação neural gerada por uma resposta integrada dos benefícios (metabolismo e reprodução) e riscos da continuidade do exercício (balanço energético negativo, danos físicos e morte). A ativação neural seria modulada pela: 1) taxa de acúmulo de calor, 2) osmolalidade plasmática, 3) concentração dos íons  $H^+$ , 4) disponibilidade de oxigênio, 5) perfusão sanguínea, 6) níveis de armazenamento de carboidrato, 7) níveis de dióxido de carbono e 8) ritmo circadiano. Esta ativação seria continuamente percebida pelo sistema nervoso central para modular a atividade do córtex motor, resultando em motivação ou fadiga. Em determinadas situações, um forte estímulo poderia inibir o mecanismo de fadiga, o que resultaria em continuidade do exercício até o momento de ruptura da homeostase, que reduziria involuntariamente a potência muscular, caracterizando assim a exaustão. A possível plasticidade neural, ou seja, nova expressão fenotípica estimulada pelo exercício permitiria a aprendizagem, a aclimatação e a adaptação às mudanças do ambiente (Moraes, 2010).

Baseado nesse esquema, os benefícios alcançados com a realização da atividade física estão relacionados direta ou indiretamente à obtenção de energia e reprodução. Dessa forma, os atletas profissionais, por exemplo, são motivados durante a prática do exercício porque o sucesso em suas carreiras representa mais dinheiro arrecadado e reconhecimento social. Os riscos representam a integração de todos os fatores percebidos pelo sistema nervoso central como possíveis causadores de dano ao organismo, que levam o indivíduo a diminuir a intensidade ou até mesmo interromper o exercício, e são divididos entre riscos internos e externos. Os riscos internos (FIG 1) são as mudanças fisiológicas que ocorrem durante o exercício, de forma dependente da intensidade deste, e que perturbam a manutenção da homeostase corporal. Já os riscos externos são fatores do ambiente percebidos como ameaças, e que aumentariam as chances de danos, dor ou sofrimento, como o ambiente quente e úmido.

A inibição para a realização do exercício pode ser suplantada no caso da presença de um forte estímulo vital, ou seja, quando a vida do animal depende de um bom desempenho físico. Uma presa que foge de um predador não considera a possibilidade de interromper a atividade, pois sabe que sua sobrevivência está em jogo. Neste caso, o benefício alcançado com o sucesso na realização da atividade física sobrepuja qualquer risco associado, e o animal pode chegar à exaustão na tentativa de vencer a disputa.

As discussões atuais sobre a fadiga têm destacado cada vez mais aspectos psicológicos entre os principais fatores para o bom desempenho físico (NOAKES, 2012; MARCORA; STAIANO; MANNING, 2009; MARCORA, 2008;). O Modelo dos Limites Integrados (MARTINI, 2009; MORAES, 2010) vai além dos demais porque, ao propor que a regulação da intensidade do exercício acontece a partir de um balanço entre os riscos e benefícios envolvidos, contempla algumas situações esportivas em que o indivíduo não interrompe a atividade apesar de grandes riscos envolvidos, como quando jogadores desmaiam durante uma partida de futebol em ambiente quente, ou lutadores que não desistem de uma disputa mesmo quando estão prestes a sofrer uma fratura ou um desmaio - nestas situações, há dinheiro e poder envolvidos, meios de sobrevivência entre os seres sociais que somos. Em várias modalidades esportivas como o tênis e as corridas de longa distância, o treinamento esportivo permite aos atletas alcançarem níveis muito altos e muito parecidos de capacidades físicas e técnicas, de maneira que a vitória no esporte depende cada vez mais da importância que o atleta credita à vitória.

Um dos fatores que contribuem para o desenvolvimento da fadiga é o aumento da temperatura corporal (RODRIGUES *et al.*, 2003; SOARES *et al.*, 2004). Alguns estudos sugerem a existência de um modelo de temperatura crítica, no qual a fadiga ocorreria quando a temperatura interna atingisse valores considerados limites para a caracterização de um estado hipertérmico ( $\geq 40^{\circ}\text{C}$ ) (CHEUNG; SLEIVERT, 2004). Um estudo que reforça essa visão foi conduzido por Nielsen *et al.* (1993), em que, apesar de a aclimação ao ambiente quente ter resultado em menores taxas de acúmulo de calor, após esse período os voluntários terminaram o exercício máximo com a temperatura interna similar ao estado prévio ( $39,7^{\circ}\text{C}$ ), levando os autores a propor que este fator, em detrimento a uma falha no sistema circulatório, foi o preponderante para a fadiga. Corroborando esse modelo, González-Alonso *et al.* (1999)

verificaram que a temperatura interna dos voluntários não era diferente no ponto de interrupção do exercício, independente da temperatura interna ao início da atividade.

De acordo com Tucker *et al.* (2006), a fadiga determinada por uma temperatura interna crítica não ocorre quando o indivíduo é submetido a um protocolo de exercício de intensidade autorregulada. Neste tipo de exercício, a intensidade é reduzida antes que se atinja um acúmulo excessivo de calor, de maneira que a temperatura interna não alcança níveis críticos (KAY *et al.*, 2001; MARINO, 2004; MARINO; KAY; SERWACH, 2004; TUCKER *et al.*, 2006). Essa proposta está de acordo com o Modelo dos Limites Integrados (RODRIGUES E SILAMI-GARCIA, 1998), uma vez que durante o exercício a intensidade é regulada de maneira que nenhum sistema fisiológico alcance seu limite. Por outro lado, durante exercícios com a intensidade fixa, a redução da intensidade não é permitido – sendo a interrupção do esforço o único comportamento possível. Conseqüentemente, a temperatura corporal irá aumentar até que a sensação de fadiga induza o indivíduo a interromper o exercício, a fim de evitar danos ao organismo.

Apesar dos modelos de temperatura interna crítica e regulação antecipatória serem aparentemente conflitantes, existe uma perspectiva na qual esses modelos são complementares e não exclusivos. Segundo Cheung (2007), esses dois paradigmas surgiram, em grande parte, devido às inerentes limitações dos protocolos utilizados para investigar a fadiga, e têm sido equivocadamente generalizados para responder todos os casos de tolerância ao exercício sob estresse hipertérmico. Entretanto, parece razoável que o organismo tenha dois tipos de sistemas de proteção: uma redução antecipatória da intensidade para evitar o acúmulo de calor excessivo ao longo do exercício, e uma faixa limite da temperatura onde o exercício é finalizado para evitar a catástrofe. Dessa forma, o exercício de intensidade fixa, usado geralmente em defesa do modelo de temperatura interna crítica, é eficaz em levar os indivíduos ao ponto no qual a percepção de esforço leva à interrupção do exercício, mas não permite o controle voluntário da intensidade. Por outro lado, o exercício de intensidade autorregulada permite esse ajuste, de maneira que a fadiga é estudada a partir das mudanças de ritmo que ocorrem durante o exercício (NOAKES; ST GIBSON; LAMBERT, 2005).

Diversas estratégias tais como a aclimação ao calor (CASTLE *et al.*, 2011), a ingestão de líquidos frios (MUNDEL *et al.*, 2006) e o resfriamento corporal pré-exercício (SIEGEL; LAURSEN, 2012; WEGMANN *et al.*, 2012) têm sido empregadas pela literatura na tentativa

de atenuação da fadiga causada pelo aumento da temperatura corporal. Dentre essas, o resfriamento corporal pré-exercício é uma intervenção relativamente simples e que, em diversas situações esportivas, tem sido mostrado como um recurso ergogênico (SIEGEL; LAURSEN, 2012; WEGMANN *et al.*, 2012). Tendo como objetivo a redução da temperatura corporal antes do exercício, uma consequência do resfriamento seria a ampliação, durante o exercício subsequente, da faixa de acúmulo de calor, o que resultaria em uma maior tolerância ao exercício, já que levaria-se mais tempo até o alcance da temperatura limite (SIEGEL; LAURSEN, 2012; REILLY *et al.*, 2006). Em acordo com essa proposta, diversos estudos registraram maior acúmulo de calor associado com melhores desempenhos físicos após o resfriamento (LEE; HAYMES, 1995; BOOTH *et al.*, 1997; KAY *et al.*, 1999; ARNGRÍMSSON *et al.*, 2004; HASEGAWA *et al.*, 2006). Outras respostas fisiológicas encontradas durante o exercício após o resfriamento prévio incluem menores temperaturas interna (DUFFIELD *et al.*, 2010; DUFFIELD *et al.*, 2009; ARNGRÍMSSON *et al.*, 2004; BOOTH *et al.*, 1997), e da pele (DUFFIELD *et al.*, 2010; ARNGRÍMSSON *et al.*, 2004; BOOTH *et al.*, 1997), menor estresse cardiovascular (ARNGRÍMSSON *et al.*, 2004), redução da sudorese total (HASEGAWA *et al.*, 2006), da percepção subjetiva de esforço (HASEGAWA *et al.*, 2006) e da sensação térmica (DUFFIELD *et al.*, 2010; ARNGRÍMSSON *et al.*, 2004).

Apesar de o resfriamento corporal estar relacionado com uma maior taxa de acúmulo de calor, esse fator provavelmente não é identificado pelo sistema nervoso central como danoso ao organismo, uma vez que a temperatura corporal não esteja próxima de valores considerados perigosos para a manutenção da homeostase (GONZÁLEZ-ALONSO *et al.*, 1999). Dessa forma, uma possível redução antecipatória da intensidade do exercício pode ser atenuada, uma vez que isto não seria necessário para que o indivíduo termine a tarefa dentro de limites seguros. De fato, alguns autores propõe que, em exercícios de intensidade autorregulada (YEO *et al.*, 2012; DUFFIELD *et al.*, 2010; DUFFIELD *et al.*, 2009; QUOD *et al.*, 2008; ARNGRÍMSSON *et al.*, 2004; KAY *et al.*, 1999; BOOTH *et al.*, 1997), a melhora do desempenho físico após o resfriamento prévio está relacionado com a atenuação da redução da intensidade observada no ambiente quente (DUFFIELD, 2008; QUOD *et al.*, 2006). Alguns estudos que utilizaram esse tipo de protocolo encontraram melhores desempenhos físicos (KAY *et al.*, 1999; QUOD *et al.*, 2008; DUFFIELD *et al.*, 2010; BOOTH *et al.*, 1997; ARNGRÍMSSON, *et al.*, 2004), sem diferenças na frequência cardíaca (KAY *et al.*, 1999; QUOD *et al.*, 2008; DUFFIELD *et al.*, 2010; BOOTH *et al.*, 1997; ARNGRÍMSSON *et al.*,

2004),  $VO_2$  (KAY *et al.*, 1999; BOOTH *et al.*, 1997; ARNGRÍMSSON *et al.*, 2004), marcadores metabólicos anaeróbicos (KAY *et al.*, 1999; DUFFIELD *et al.*, 2010; ARNGRÍMSSON *et al.*, 2004) e nas temperaturas corporais finais (DUFFIELD *et al.*, 2010; BOOTH *et al.*, 1997). É proposto que os benefícios do resfriamento pré-exercício incluam um retardo da inibição do recrutamento de unidades motoras causado por altas temperaturas internas, o que permite a seleção de maiores intensidades durante o exercício e consequentemente a melhora do desempenho físico (SIEGEL; LAURSEN, 2012; DUFFIELD, 2008).

A redução na intensidade do exercício causada pelo estresse térmico do ambiente quente ocorre muitas vezes após cerca de 30% da tarefa ter sido realizada (TUCKER *et al.* 2004; TATTERSON *et al.*, 2000). O método utilizado nos estudos sobre o resfriamento corporal não permite concluir se a melhora no desempenho físico é um reflexo do retardo na redução da intensidade do exercício, uma vez que alguns desses estudos não observaram essa redução durante o exercício em ambiente quente (BYRNE *et al.*, 2011; DUFFIELD *et al.*, 2010; BOOTH *et al.*, 1997). Além disso, alguns desses estudos não registraram diferença no ritmo de prova entre as situações controle e após o resfriamento corporal (BYRNE *et al.*, 2011; BOOTH *et al.*, 1997). Provavelmente, as condições ambientais estipuladas, a intensidade e a duração do exercício não foram suficientes para gerar um estresse significativo ao organismo que levasse a uma redução antecipatória na intensidade do exercício, dificultando o entendimento de como a atenuação desse estresse, por meio do resfriamento corporal prévio, influencia a geração de potência ao longo do exercício. Outra limitação é a ausência de uma situação controle em ambiente temperado, onde não houvesse o estresse térmico do ambiente quente. Apenas através de um desenho experimental que contemple uma situação com um ambiente de controle é possível, de fato, averiguar como o estresse hipertérmico influencia a geração de potência ao longo do tempo e, a partir dessa informação, estudar como o resfriamento corporal antes do exercício é capaz de atenuar essa influência do ambiente. Para averiguar se a atenuação do estresse térmico é de fato preponderante em permitir a melhora do desempenho após o resfriamento, não atuando apenas como o efeito placebo, faz-se necessário também uma situação experimental onde o resfriamento é realizado antes de um exercício em que esse estresse térmico seja atenuado – o que pode ser feito através da manipulação da temperatura ambiental.

## 1.1 Objetivo

Avaliar o efeito do resfriamento corporal pré-exercício na potência gerada durante 30 km de ciclismo com intensidade autorregulada em ambientes quente e temperado.

## 1.2 Hipóteses

**H0:** O resfriamento pré-exercício no ambiente quente não atenua a redução de potência causada pela realização do exercício em ambiente quente, quando comparado àquele realizado no ambiente temperado

**H1:** O resfriamento pré-exercício no ambiente quente atenua a redução de potência causada pela realização do exercício em ambiente quente, quando comparado àquele realizado no ambiente temperado

Caso a H1 esteja correta:

**H0:** A atenuação da redução da potência causada pelo resfriamento pré-exercício no ambiente quente não é suficiente para que a potência produzida nesta situação não seja diferente daquela da situação controle – o exercício realizado no ambiente temperado

**H1:** A atenuação da redução da potência causada pelo resfriamento pré-exercício no ambiente quente é suficiente para que a potência produzida nesta situação não seja diferente daquela da situação controle – o exercício realizado no ambiente temperado

## 2 MÉTODOS

### 2.1 Cuidados éticos

Este estudo respeitou todas as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional de Saúde (Resolução 196/96) envolvendo pesquisas com seres humanos e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) (ETIC 0632.0.203.000-10 - ANEXO A).

Inicialmente foi realizada uma reunião com cada voluntário na qual foram fornecidas informações sobre os objetivos e procedimentos que seriam adotados durante a pesquisa, além dos possíveis riscos e benefícios. Em seguida, cada voluntário assinou um *Termo de Consentimento Livre e Esclarecido* (APÊNDICE A), relatando estar ciente dos riscos relacionados à participação na pesquisa e que, a qualquer momento, poderia deixar de participar do estudo sem a necessidade de apresentar uma justificativa aos pesquisadores.

Todos os dados coletados foram utilizados apenas para fins de pesquisa e somente os pesquisadores envolvidos no estudo têm acesso às informações que identificam os voluntários.

### 2.2 Amostra

#### 2.2.1 Recrutamento e seleção da amostra

A amostra desse estudo foi composta por oito atletas de ciclismo e/ou *mountain bike*. Os seguintes critérios de inclusão foram adotados:

- Ser do sexo masculino, com idade entre 18 e 35 anos;
- Apresentar consumo máximo de oxigênio  $\geq 50 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ;

- Realizar seções de treinamento de pelo menos 200 km/semana nos últimos dois meses;
- Ser considerado apto para a prática de exercícios físicos segundo o questionário de risco para atividade física PAR-Q (THOMAS *et al.*, 1992) (ANEXO B)

Na TABELA 1, são apresentadas as características físicas dos voluntários.

TABELA 1  
Caracterização da amostra

Idade (anos)	Massa Corporal (kg)	Estatura (cm)	Gordura (%)	FC <sub>máx</sub> (bpm)	P <sub>máx</sub> (W)	VO <sub>2máx</sub> (mlO <sub>2</sub> .kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )
28,87 ± 1,0	77,55 ± 2,7	181 ± 0,02	10 ± 4	193 ± 3,5	300 ± 50	55,77 ± 2,79

Valores expressos como média ± EPM.

### 2.3 Procedimentos prévios às situações experimentais

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Fisiologia do Exercício (LAFISE) da Escola de Educação Física Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG. O período de coleta de dados aconteceu entre os meses de julho de 2011 e março de 2012.

Na primeira visita ao laboratório o voluntário foi submetido a uma avaliação física. Foram realizadas as medidas da massa corporal, estatura, dobras cutâneas e consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2máx</sub>).

#### 2.3.1 Procedimentos antropométricos

A massa corporal (kg) foi medida com os voluntários descalços e nus utilizando-se uma balança digital (Filizola<sup>®</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, triceptal, peitoral, subaxilar, suprailíaca, abdominal e da coxa foram medidas utilizando-se um plicômetro

graduado em milímetros (Lange<sup>®</sup>), e posteriormente utilizadas para o cálculo do percentual de gordura de acordo com a equação proposta por Jackson e Pollock (1978).

### 2.3.2 Protocolo de exercício para determinação do consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2máx</sub>)

Os voluntários foram orientados a ingerir 500 ml de água 2 horas antes da chegada ao laboratório a fim de garantir que os mesmos iniciem os testes hidratados (ACSM, 1996) e a repetir uma dieta semelhante em todos os dias anteriores às visitas ao laboratório. Além disso, os sujeitos deveriam abster-se de álcool, cafeína, cigarro e exercícios vigorosos nas 24 horas que antecederam os dias de coletas, e a evitar o uso de qualquer tipo de medicamento ou suplemento durante a participação na pesquisa e, no caso de utilização avisar aos responsáveis pelo estudo.

O VO<sub>2máx</sub> foi avaliado através de calorimetria indireta por meio de um protocolo de exercício máximo de intensidade progressiva (PROG, adaptado de BALKE; WARE, 1959), em ambiente temperado ( $24 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  e  $67 \pm 0,7\%$  de umidade relativa do ar (URA)), utilizando-se um espirômetro com analisador de gases (K4B<sup>2</sup>, Cosmed<sup>®</sup>, Itália). Neste teste e em todas as situações experimentais, as bicicletas dos próprios voluntários foram montadas sobre um sistema de frenagem eletromagnética (Computrainer<sup>®</sup>, USA) com capacidade para medir e registrar continuamente a cadência, tempo de exercício, velocidade, potência e distância percorrida. Antes de iniciar o PROG, o equipamento foi “aquecido” por 10 minutos e calibrado de acordo com as instruções do fabricante.

O PROG foi iniciado com a potência inicial de 150 W e incrementos de 25 W a cada 2 minutos. A potência gerada no último estágio foi estabelecida como a potência pico. Este valor somente foi considerado quando o estágio de 2 minutos foi completado. Caso o voluntário não fosse capaz de completar o estágio, a potência pico foi calculada de acordo com a equação proposta por Kuipers *et al.* (1985):

$$\text{Potência pico} = W1 + (W2 \cdot t / 120)$$

em que  $W1$  é a potência correspondente ao último estágio completo,  $W2$  é a potência correspondente ao incremento de carga de cada estágio e  $t$  é o tempo em segundos de duração do estágio incompleto.

Durante o PROG, os voluntários permaneceram sentados na bicicleta, sendo a troca de marchas permitida, desde que a potência estabelecida fosse mantida. Também foi permitido que os voluntários alterassem a cadência durante o teste, uma vez que o próprio ergômetro fazia ajustes para garantir que a potência gerada fosse aquela estipulada para o estágio de exercício. A frequência cardíaca (FC) e o  $VO_2$  foram registrados continuamente e a percepção subjetiva de esforço (PSE) registrada ao final de cada estágio. A  $FC_{máx}$  foi considerada como o maior valor de FC registrado durante o exercício (ACSM, 2000), e o  $VO_{2max}$  foi o maior valor de  $VO_2$  medido durante o teste, após serem calculadas médias a cada 30 segundos. Nos momentos finais do exercício os voluntários receberam incentivos verbais.

Os critérios para interrupção do PROG foram:

- (1) o voluntário solicitar a interrupção
- (2) o voluntário não manter a potência estipulada
- (3) o voluntário atribuir nota 20 à PSE (BORG, 1982);
- (4) o voluntário apresentar tontura, confusão mental, palidez, cianose ou náusea.

## **2.4 Delineamento experimental**

Os voluntários foram submetidos a uma familiarização e quatro situações experimentais com um intervalo de no mínimo sete dias. Todas as situações experimentais aconteceram no mesmo horário do dia, sempre no período da manhã, para minimizar os efeitos do ritmo circadiano sobre os resultados da pesquisa (DRUST *et al.*, 2005).

A familiarização foi realizada no primeiro dia de visita do voluntário ao laboratório, aproximadamente 30 minutos após o PROG. Nesse exercício, os voluntários foram orientados a percorrer 10 km no menor tempo possível em suas próprias bicicletas, e todos os procedimentos adotados durante o exercício (exceto a medida da temperatura interna, que não

foi realizada) foram similares aos das situações experimentais. As condições ambientais foram 35°C e 70% URA.

Em duas situações experimentais, os voluntários foram submetidos a um procedimento de resfriamento corporal (descrito no item 2.5.1) antes do exercício. O exercício foi realizado em ambiente quente (35°C, 68% URA) ou em ambiente temperado (24°C, 68% URA). Em outras duas situações (em ambientes temperado e quente), os voluntários iniciaram o exercício sem terem sido submetidos ao resfriamento prévio. O ambiente temperado serviu como controle para observar os efeitos do ambiente quente nas respostas termorregulatórias e no desempenho físico. A ordem das situações foi aleatorizada e balanceada, e o exercício foi realizado numa câmara ambiental (WMD 1150-5, Russels Technical Products®, Holland, MI, EUA). A FIGURA 2 mostra as situações experimentais, e o QUADRO 1 a ordem que foi seguida por cada voluntário:

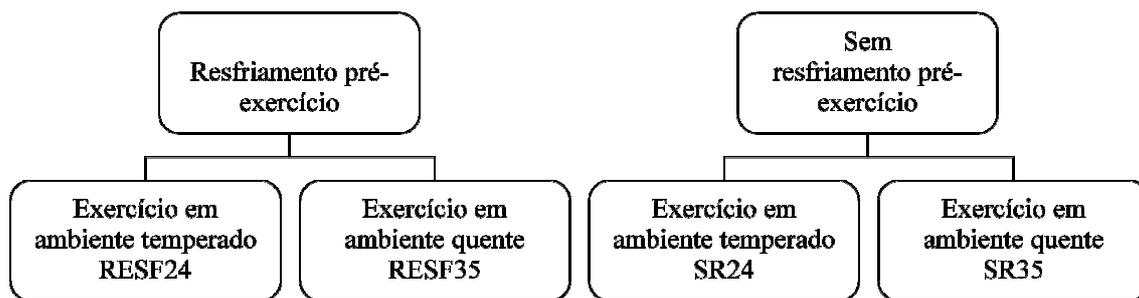


FIGURA 2: Situações experimentais

QUADRO 1  
Ordem das situações experimentais

Voluntário	Ordem das situações			
V1	RESF <sub>24</sub>	SR <sub>35</sub>	RESF <sub>35</sub>	SR <sub>24</sub>
V2	SR <sub>24</sub>	RESF <sub>35</sub>	SR <sub>35</sub>	RESF <sub>24</sub>
V3	SR <sub>35</sub>	RESF <sub>24</sub>	SR <sub>24</sub>	RESF <sub>35</sub>
V4	RESF <sub>24</sub>	SR <sub>35</sub>	RESF <sub>35</sub>	SR <sub>24</sub>
V5	SR <sub>24</sub>	RESF <sub>35</sub>	SR <sub>35</sub>	RESF <sub>24</sub>
V6	RESF <sub>35</sub>	SR <sub>24</sub>	RESF <sub>24</sub>	SR <sub>35</sub>
V7	RESF <sub>35</sub>	SR <sub>24</sub>	RESF <sub>24</sub>	SR <sub>35</sub>
V8	SR <sub>35</sub>	RESF <sub>24</sub>	SR <sub>24</sub>	RESF <sub>35</sub>

Durante as situações experimentais os voluntários foram orientados a percorrer 30 km no menor tempo possível. A mudança de marchas e as alterações na cadência podiam ser feitas a

qualquer momento. Essa distância foi estabelecida com a expectativa de que o exercício durasse aproximadamente uma hora (HSU *et al.*, 2005) e o estresse hipertérmico fosse um fator importante que influenciasse a fadiga (DUFFIELD; MARINO, 2007). A distância completada era visualizada pelos voluntários continuamente, através de um computador conectado ao ergômetro, no entanto os voluntários não tinham acesso ao tempo de exercício. Foi permitida a realização de *sprints*, e os voluntários deveriam pedalar sempre na posição sentada. Nenhum tipo de estímulo verbal foi dado aos voluntários durante o exercício.

A ingestão de água ocorreu de forma *ad libitum* durante todas situações experimentais. Um ventilador (Furacão<sup>®</sup>, Brasil) posicionado logo em frente ao voluntário (~1 metro) produziu um vento de aproximadamente (~ 0,5 m/s).



FIGURA 3: Voluntário durante a realização do exercício físico

## 2.5 Procedimentos para coleta de dados

Assim que o voluntário chegava ao laboratório era checado se as instruções pré-coleta foram seguidas. Em caso afirmativo, ele era encaminhado ao vestiário para urinar em um copo descartável e uma amostra foi coletada para análise da densidade urinária. Esta medida foi utilizada para garantir que, em todas as situações, os voluntários estivessem em condição de euhidratação. Caso a densidade da urina estivesse alta ( $>1,030$  g/mL; ARMSTRONG, 1994), o voluntário era solicitado a ingerir 500 ml de água e aguardava-se até que a medida atingisse os valores de normalidade. Após essa etapa, o voluntário foi pesado apenas de cueca e requisitado a inserir a sonda retal.

Em seguida, foi coletada uma gota de sangue do lobo da orelha para análise da glicemia, e feitas marcações na pele do indivíduo com uma caneta nos locais onde a temperatura da pele seria medida. Enquanto isso, dentro da câmara ambiental, outros dois pesquisadores montaram a bicicleta sob o sistema de frenagem eletromagnética e calibraram o equipamento de acordo com as recomendações do fabricante. A resistência que o equipamento ofereceu contra a roda da bicicleta foi padronizada para simular um exercício em terreno plano.

Posteriormente, o voluntário foi submetido ou ao resfriamento corporal (descrito no item 2.5.1) ou foi encaminhado à câmara para o início do exercício, de acordo com situação experimental. Ao entrar na câmara ambiental, o voluntário permaneceu sentado na bicicleta por cinco minutos antes do início do exercício. Nesse período, foi colhida outra amostra de sangue do lobo da orelha, para análise da lactatemia, e registradas as temperaturas da pele, retal e conforto térmico, e o espirômetro foi colocado no rosto do indivíduo.

Durante o exercício, as temperaturas retal e da pele, a PSE e o conforto térmico foram registrados a cada dois quilômetros percorridos. A velocidade, a potência, o tempo de exercício e a cadência foram registrados continuamente pelo ergômetro, enquanto o  $VO_2$  e a FC foram registrados pelo espirômetro. As amostras sanguíneas para análise da lactatemia foram coletadas a cada cinco quilômetros, e imediatamente estocadas em um isopor com gelo. Sempre que o voluntário sentia vontade de beber água, ele comunicava a um dos

pesquisadores e uma garrafa com 400ml de água a 10°C foi entregue. O tempo de exercício e a distância percorrida nesse momento foram registrados.

Imediatamente após o término do exercício, foi coletada a última amostra sanguínea e o voluntário foi encaminhado ao vestiário, onde o suor foi secado antes da pesagem. Após esse momento, o voluntário forneceu uma amostra de urina e descartou a sonda retal.

### 2.5.1 Resfriamento corporal pré-exercício

Em duas situações experimentais, os voluntários foram submetidos a um procedimento de resfriamento corporal previamente ao exercício. Inicialmente, os voluntários permaneceram 10 minutos sentados em uma cadeira em uma sala com ambiente controlado (25°C e 80% URA) para que a temperatura interna e da pele dos indivíduos se estabilizassem antes dos primeiros registros. Ao fim desse período, a temperatura da pele, a temperatura retal e o conforto térmico foram registrados. De todas as 16 situações em que o resfriamento foi realizado, apenas em uma situação o voluntário indicou estar “pouco desconfortável para o calor” (conforto = +1) neste momento, sendo que em todas outras situações os voluntários julgaram essa condição ambiental como confortável (conforto = 0).

Após o período de repouso, os voluntários entraram em uma piscina de plástico inflável (274 x 157 x 46cm; Best Way) com água a 24°C onde permaneceram imersos até o pescoço. A escolha da temperatura da água foi baseada em um estudo piloto, no qual a temperatura interna dos voluntários foi reduzida sem causar um desconforto excessivo. Além disso, essa temperatura representa uma média aproximada dos estudos que realizaram um procedimento similar (QUOD *et al.*, 2008; HASEGAWA *et al.*, 2006; WHITE *et al.*, 2003; KAY *et al.*, 1999). Cinco minutos após a entrada na piscina, os voluntários se levantaram (ainda com os pés dentro da água) e enxugaram as partes do corpo onde foram feitas as medidas de temperatura da pele, e os valores foram registrados imediatamente após a secagem. A temperatura retal e o conforto térmico foram registrados com o voluntário ainda imerso. Três minutos após se levantar, essas mesmas variáveis foram coletadas novamente e o voluntário permaneceu mais quatro minutos dentro da piscina antes de se levantar mais uma vez. Esses procedimentos foram repetidos até que a temperatura retal reduzisse 0,4°C da primeira medida

realizada. O período quando os voluntários permaneceram em pé foi estipulado para aumentar gradiente de temperatura entre a pele e a água, aumentando a troca de calor. No nosso estudo piloto, os voluntários relataram menor desconforto quando esse procedimento de se levantar repetidamente foi adotado, e a temperatura interna reduziu em um tempo menor. Além disso, não encontramos nenhum estudo no qual foi estipulado um valor de temperatura interna que deveria ser atingido com o procedimento de resfriamento. A maioria dos estudos estipulou apenas o tempo quando o indivíduo foi resfriado.

Durante a imersão, a água foi constantemente agitada por um dos pesquisadores (FIGURA 4). Esse procedimento foi adotado para aumentar a troca de calor por convecção entre a água e o corpo, e foi efetivo em acelerar o resfriamento durante o projeto piloto.



FIGURA 4: Voluntário durante a imersão, e o pesquisador agitando a água

Durante todo esse processo, os voluntários vestiram sungas ou bermudas. O valor de temperatura retal estipulado deveria ser atingido durante a imersão já que o movimento de levantar e abaixar aumentou a variabilidade da medida. Quando a redução de  $0,4^{\circ}\text{C}$  demorou mais de uma hora, o voluntário foi encaminhado para iniciar o exercício. Logo após o fim do

resfriamento, os voluntários se levantaram da piscina, enxugaram o corpo e se dirigiram para um banheiro onde colocaram a roupa e a sapatilha para iniciar o exercício. Foi estipulado um tempo de sete minutos para esses procedimentos.

A temperatura da água foi mantida através do uso de ebulidores (2000w, Cherubino<sup>®</sup>, Brasil) e de gelo, e a temperatura da sala foi mantida através de um aquecedor (1500w, Philco<sup>®</sup>, EUA).

## 2.6 Variáveis estudadas

- Tempo de exercício: registrado automaticamente pelo ergômetro ao fim do exercício.
- Potência, velocidade e cadência: registrados continuamente pelo ergômetro, e analisados através de médias a cada dois quilômetros.
- Condições ambientais: A temperatura ambiente e a URA foram controladas por uma câmara ambiental (Russells<sup>®</sup>) e monitoradas a cada dez minutos, durante todas as situações experimentais, através de um psicrômetro (Alla France, França).
- Temperatura retal ( $T_{\text{retal}}$ ): medida continuamente desde o início dos procedimentos de resfriamento e registrada a cada dois quilômetros de exercício por meio de uma sonda retal descartável (YSI I400 series – Tipo 4491-E, Yellow Springs Incorporated<sup>®</sup>, EUA) que foi inserida pelo próprio voluntário 12 cm além do esfíncter anal. A sonda foi ligada a um teletermômetro digital (Precision Thermometer 4600, Yellow Springs Incorporated<sup>®</sup> EUA), graduado em °C.
- Temperatura média da pele ( $T_{\text{pele}}$ ): calculada a partir das temperaturas do peito, do braço e da coxa, medidas por meio de um sensor infravermelho (Fluke 566), com o auxílio de uma mira a laser, em um local marcado previamente. Foi utilizada a fórmula proposta por Roberts *et al.* (1977):

$$T_{\text{pele}} = (T_{\text{peito}} * 0.43) + (T_{\text{braço}} * 0.25) + (T_{\text{coxa}} * 0.32)$$

- Temperatura da testa ( $T_{\text{testa}}$ ): medida a cada 2km por meio de um sensor infravermelho (Fluke 566), com o auxílio de uma mira a laser, em um local marcado previamente.
- Taxa de acúmulo de calor (TAC): calculada através da fórmula proposta por Nielsen (1996):

$$\text{TAC} = (3480) * (m * \Delta T_c * t^{-1}) * \text{ASC}^{-1}$$

Onde 3480 é o calor específico dos tecidos corporais ( $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ ),  $m$  é a massa corporal dos voluntários (kg),  $\Delta T_c$  é a variação da temperatura média do corpo através do tempo de exercício  $t$  (s) e  $\text{ASC}$  é a área de superfície corporal ( $\text{m}^2$ ) (DUBOIS; DUBOIS, 1916).

A temperatura média do corpo foi calculada de acordo com Marino *et al.* (2004),

$$T_{\text{corpo}} = (0,8.T_{\text{retal}}) + (0,2.T_{\text{pele}})$$

A taxa de acúmulo de calor foi calculada a partir do tempo total de exercício e também a partir da distância percorrida quando cada um dos voluntários atingiu a temperatura interna de repouso ( $T_{\text{repouso}}$ ) nas duas situações de resfriamento corporal separadamente. Nas situações sem resfriamento, este cálculo foi feito a partir da distância em que a  $T_{\text{repouso}}$  foi registrada na situação de resfriamento no mesmo ambiente. A  $T_{\text{repouso}}$  foi calculada individualmente a partir da média da primeira medida de  $T_{\text{retal}}$  de cada uma das quatro situações experimentais (dentro da câmara ambiental nas situações sem resfriamento e dentro da sala onde foi feito o resfriamento nas outras duas situações). A  $T_{\text{repouso}}$  foi  $37,06 \pm 0,11^\circ\text{C}$ , e o tempo para que fosse atingida foi de  $21,9 \pm 2,58$  minutos (12°km em média – variou entre 8° e 18°km) na situação RESF<sub>35</sub> e  $18,45 \pm 3,2$  minutos (10°km em média – variou entre o 4° e 18°) na situação RESF<sub>24</sub>.

- Ingestão de água: calculada a partir do volume de água restante em cada garrafa (400ml) que foi fornecida aos voluntários durante o exercício.
- Sudorese total e taxa de sudorese: calculada a partir da diferença entre a massa corporal do indivíduo pré e pós exercício, adicionando-se o volume de água ingerido e

a quantidade de suor contido na vestimenta e materiais (bermuda, meias, sapatilhas e fita do cardio-frequencímetro).

- Estado de hidratação: medido por meio da gravidade específica da urina antes e após cada situação experimental utilizando-se um refratômetro (Uridens®) previamente calibrado com água destilada. Foi utilizada a classificação do estado de hidratação proposta por Armstrong (1994).
- Frequência cardíaca (FC): medida continuamente e analisada através de médias a cada dois quilômetros, utilizando-se um cardio-frequencímetro (modelo Polar®).
- Consumo de oxigênio (VO<sub>2</sub>): medido continuamente através de um espirômetro (K4b<sup>2</sup>; Cosmed®), respiração-a-respiração (*breath-by-breath*) e analisado no pré-exercício (média dos 4 min que o voluntário permaneceu dentro da câmara ambiental com o espirômetro antes do exercício) e através de médias a cada 2km de exercício.
- Lactatemia: medida logo antes do início do exercício, e a cada 5 km de exercício. Após a punção do lobo da orelha, amostras de sangue (30µl) foram colhidas através de capilares, e imediatamente armazenadas em tubos Eppendorf contendo 60 µL NaF (1%) em uma caixa térmica com gelo. A concentração sanguínea de lactato foi determinada posteriormente pelo método eletroenzimático utilizando um analisador (YSL 1500 SPORT, Yellow Springs, OH, USA).
- Glicemia: foi medida antes e logo após o exercício utilizando-se um analisador portátil (Advantage, Roche®). Uma gota de sangue, colhida através de punção da polpa digital foi colocada na zona reativa da tira de teste e a glicose foi determinada por bioamperometria.
- Conforto térmico: avaliado logo antes do início do exercício e a cada 2 km por meio de uma escala de 7 pontos, onde 0 é a situação mais confortável, +3 é a situação em que o voluntário se sente muito desconfortável ao calor e -3 muito desconfortável ao frio (FONSECA, 2007).

- Percepção subjetiva de esforço (PSE): avaliada a cada 2 km pela escala proposta por Borg (1982) que varia de 6 a 20, de “muito fácil” a “exaustivo”, respectivamente.

## 2.7 Análise estatística

Inicialmente, foi verificada a normalidade de distribuição de dados através do teste de Ryan-Joiner. Todas as variáveis de natureza contínua apresentaram uma distribuição normal e foram tratadas com métodos de análise paramétrica. A PSE e o conforto térmico, por serem variáveis discretas, foram analisados por métodos não paramétricos. As análises foram realizadas nos pacote SigmaPlot 11.0.

Para as variáveis contínuas analisadas ao longo do tempo (potência, velocidade, cadência,  $T_{\text{retal}}$ ,  $T_{\text{pele}}$ , FC,  $\text{VO}_2$  e lactatemia) foi utilizada a análise de variância com dois fatores de variação (situação experimental e distância) com medidas repetidas. Em caso de presença de um valor significativo de  $F$ , foi aplicado o teste de *post-hoc* adequado ao coeficiente de variação (CV) da variável (SAMPAIO, 2007). O teste de Tukey foi utilizado quando o CV foi menor que 15%, o teste de Student Newman Keuls foi utilizado quando o CV fosse maior que 15% e menor que 30% e caso fosse maior que 30% foi utilizado o *post-hoc* de Duncan.

As outras variáveis paramétricas (tempo de exercício, potência média, ingestão de água, sudorese total, taxa de sudorese, delta da  $T_{\text{retal}}$  e TAC) foram tratadas com a análise de variância de um fator de variação (situação) com medidas repetidas. Novamente, em caso de presença de um valor significativo de  $F$ , foi aplicado o teste de *post-hoc* adequado ao CV da variável.

Para a análise da PSE e do conforto térmico ao longo do tempo foram utilizados os testes de Friedman e Wilcoxon. Todos os resultados estão apresentados como média e erro padrão da média, com exceção da PSE e da sensação térmica, que estão apresentados como mediana. O nível de significância adotado foi de  $\alpha = 5\%$ .

## 3 RESULTADOS

### 3.1 Resfriamento corporal

O tempo total de resfriamento foi de  $52,12 \pm 2,72$  minutos, e a  $T_{\text{retal}}$  dos voluntários reduziu  $0,34 \pm 0,10^{\circ}\text{C}$  - de  $37,01 \pm 0,1$  para  $36,68 \pm 0,1$  ( $p < 0,05$ ). Em seis situações a  $T_{\text{retal}}$  não reduziu o valor estipulado antes de uma hora, e o voluntário foi encaminhado para realizar o exercício. Nestas situações, a  $T_{\text{retal}}$  dos voluntários reduziu  $0,23 \pm 0,07^{\circ}\text{C}$  ( $p < 0,05$ ). A  $T_{\text{pele}}$  reduziu  $7,64 \pm 0,69^{\circ}\text{C}$  - de  $33,78 \pm 0,18$  para  $26,13 \pm 0,13^{\circ}\text{C}$  ( $p < 0,05$ ).

### 3.2 Variáveis de desempenho

O desempenho físico foi diminuído no ambiente quente quando comparado com o ambiente temperado, e essa redução foi atenuada pelo resfriamento corporal pré-exercício. O desempenho físico no ambiente temperado não foi afetado pelo resfriamento corporal pré-exercício. Esses resultados podem ser observados nos GRÁFICOS 1 e 2, que mostram o tempo de exercício e a potência média gerada. A TABELA 2 mostra o desempenho de cada voluntário nas quatro situações experimentais.

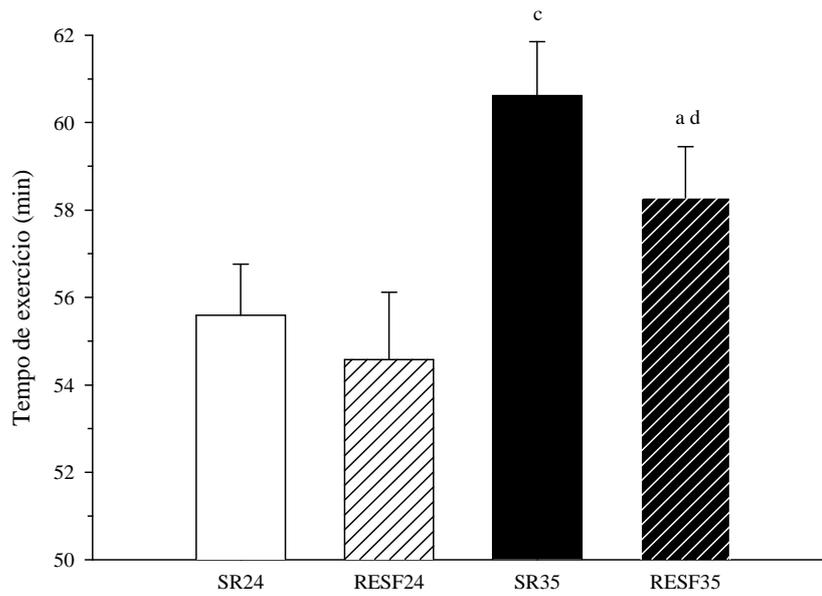


GRÁFICO 1: Tempo de exercício nas quatro situações experimentais. a RESF<sub>35</sub> diferente de SR<sub>35</sub>; c SR<sub>35</sub> diferente de SR<sub>24</sub>; d RESF<sub>35</sub> diferente de SR<sub>24</sub>.

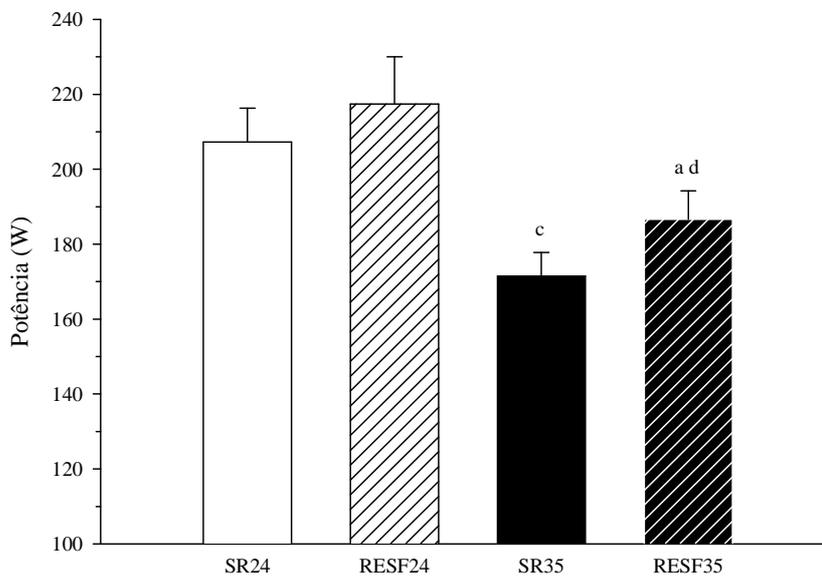


GRÁFICO 2: Potência média gerada durante o exercício nas quatro situações experimentais. a RESF<sub>35</sub> diferente de SR<sub>35</sub>; c SR<sub>35</sub> diferente de SR<sub>24</sub>; d RESF<sub>35</sub> diferente de SR<sub>24</sub>.

TABELA 2  
Tempo de exercício (min) de cada voluntário nas quatro situações experimentais.

<b>Voluntário</b>	<b>SR<sub>24</sub></b>	<b>RESF<sub>24</sub></b>	<b>SR<sub>35</sub></b>	<b>RESF<sub>35</sub></b>
v1	58.14	59.41	62.64	59.88
v2	60.51	61.89	64.41	63.98
v3	53.38	51.68	58.04	57.13
v4	58.74	54.16	66.29	60.61
v5	54.51	50.86	58.78	59.18
v6	50.60	50.45	58.24	54.65
v7	55.50	56.89	60.16	56.86
v8	53.36	51.29	56.39	53.97
<b>Média</b>	<b>55.59</b>	<b>54.58</b>	<b>60.62<sup>a</sup></b>	<b>58.28<sup>cd</sup></b>
<b>Erro Padrão</b>	<b>1.17</b>	<b>1.54</b>	<b>1.23</b>	<b>1.17</b>

a RESF<sub>35</sub> diferente de SR<sub>35</sub>; c SR<sub>35</sub> diferente de SR<sub>24</sub>; d RESF<sub>35</sub> diferente de SR<sub>24</sub>.

### 3.2.1 Potência

O GRÁFICO 3 mostra a potência gerada ao longo da distância percorrida nas quatro situações experimentais. Não houve diferença entre as situações até o 10ºkm de exercício e, após esse ponto, a potência gerada foi menor na situação SR<sub>35</sub> quando comparada a todas as outras situações experimentais. Entretanto, a partir do 20ºkm até o fim do exercício a potência gerada não foi diferente entre a situação SR<sub>35</sub> e RESF<sub>35</sub>. A partir do 12ºkm, a potência gerada foi reduzida na situação SR<sub>35</sub> quando comparada ao primeiro registro dessa mesma situação. Essa redução foi retardada pelo resfriamento corporal pré-exercício, uma vez que apenas no 20ºkm a potência foi reduzida na situação RESF<sub>35</sub> quando comparada ao primeiro registro. Nesse mesmo momento, a potência nesta situação passou a ser menor do que na situação SR<sub>24</sub>, e essa diferença permaneceu até o fim do exercício.

A redução na potência gerada observada nas duas situações no ambiente quente não foi observada nas situações no ambiente temperado. De forma contrária, em ambas as situações, a potência gerada no final do exercício foi maior do que em todos os outros momentos. A potência só foi diferente entre estas duas situações no 20º e no 28ºkms.

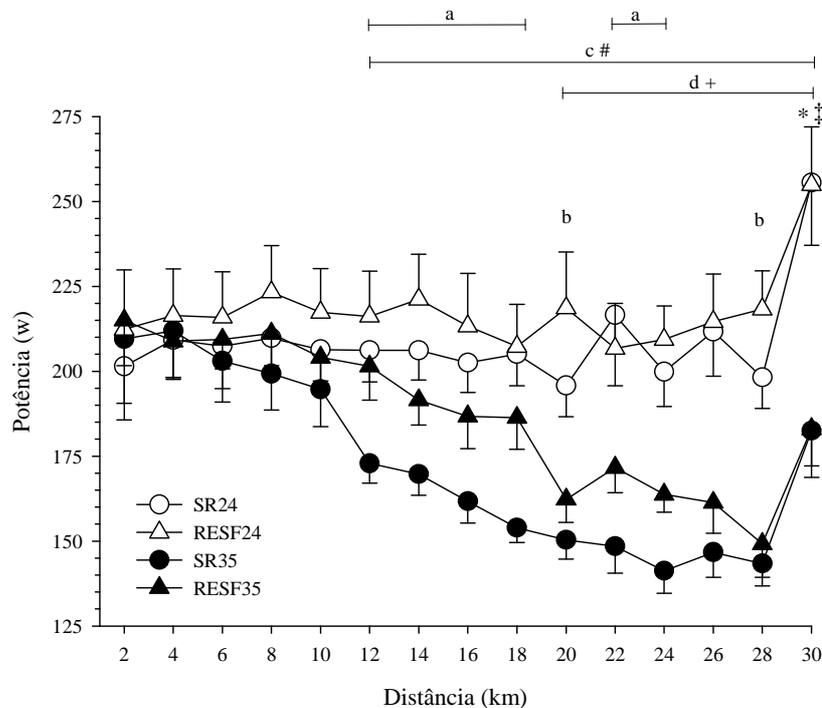


GRÁFICO 3: Geração de potência ao longo da distância percorrida nas quatro situações experimentais. a RESF<sub>35</sub> diferente de SR<sub>35</sub>; b RESF<sub>24</sub> diferente de SR<sub>24</sub>; c SR<sub>35</sub> diferente de SR<sub>24</sub>; d RESF<sub>35</sub> diferente de SR<sub>24</sub>; \* Diferente do km 2 em SR<sub>24</sub>; # Diferente do km 2 em SR<sub>35</sub>; ‡ Diferente do km 2 em RESF<sub>24</sub>; + Diferente do km 2 em RESF<sub>35</sub>.

### 3.2.2 Velocidade

O GRÁFICO 4 mostra que o padrão da curva de velocidade foi similar ao da potência gerada. Não houve diferença entre as situações até o 10ºkm de exercício e, a partir desse ponto, a velocidade na situação SR<sub>35</sub> foi menor do que nas outras situações. A partir do 26ºkm e no 14º e 20º kms, não houve diferença entre as situações SR<sub>35</sub> e RESF<sub>35</sub>. No 16ºkm, a velocidade foi menor na situação SR<sub>35</sub> quando comparada com ao km 2. Essa redução só ocorreu no 20ºkm na situação RESF<sub>35</sub> e, a partir desse mesmo momento, a velocidade foi menor nesta situação quando comparada à situação SR<sub>24</sub>. Em ambas as situações no ambiente quente, a velocidade foi aumentada nos dois quilômetros finais de exercício, e não foi diferente do primeiro registro em cada situação.

A redução na velocidade observada nas duas situações no ambiente quente não foi observada nas situações no ambiente temperado. Nestas duas situações, a velocidade foi maior nos dois quilômetros finais de exercício quando comparadas com o primeiro registro de cada situação. Não foi observada diferença na velocidade entre estas duas situações em nenhum momento.

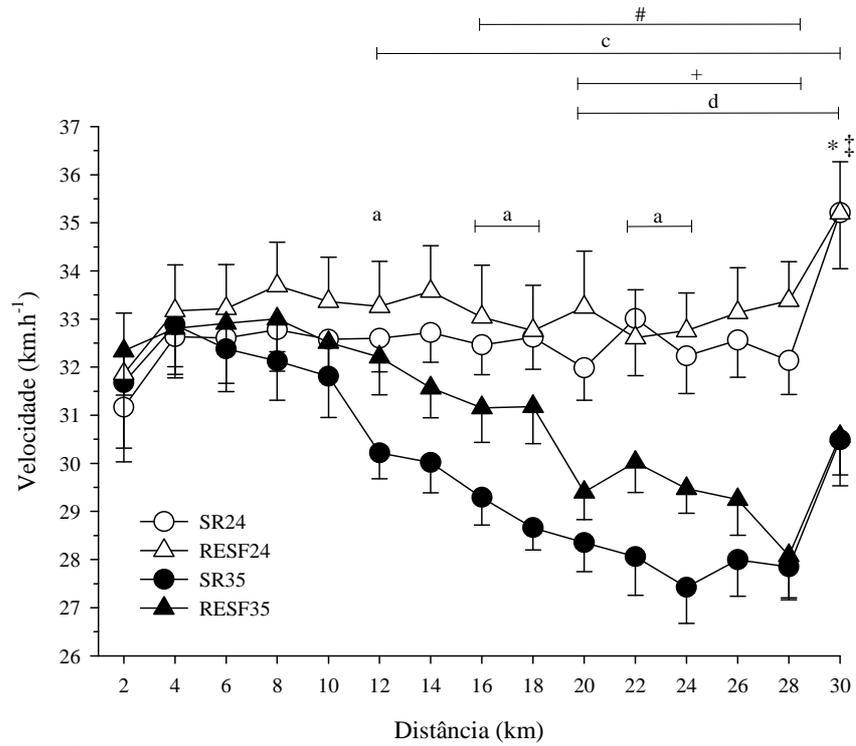


GRÁFICO 4: Velocidade ao longo da distância percorrida nas quatro situações experimentais. a RESF<sub>35</sub> diferente de SR<sub>35</sub>; c SR<sub>35</sub> diferente de SR<sub>24</sub>; d RESF<sub>35</sub> diferente de SR<sub>24</sub>; \* Diferente do km 2 em SR<sub>24</sub>; # Diferente do km 2 em SR<sub>35</sub>; ‡ Diferente do km 2 em RESF<sub>24</sub>; + Diferente do km 2 em RESF<sub>35</sub>.

### 3.2.3 Cadência

O GRÁFICO 5 mostra a cadência ao longo da distância percorrida nas quatro situações experimentais. Foi observada diferença apenas no 28ºkm, entre as situações SR<sub>35</sub> e SR<sub>24</sub> e também entre RESF<sub>35</sub> e SR<sub>24</sub>.

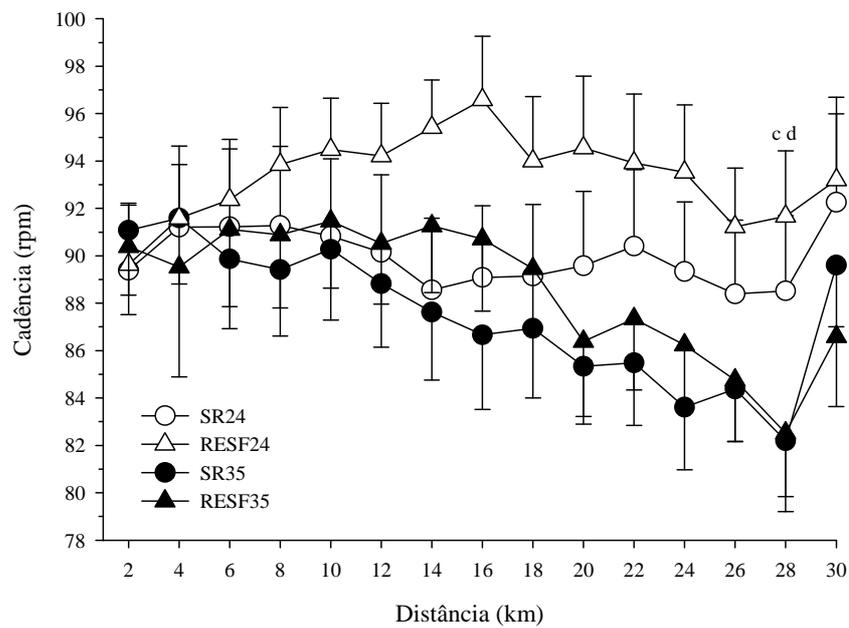


GRÁFICO 5: Cadência ao longo da distância percorrida nas quatro situações experimentais. c SR<sub>35</sub> diferente de SR<sub>24</sub>; d RESF<sub>35</sub> diferente de SR<sub>24</sub>.

### 3.3 Temperatura retal

A  $T_{\text{retal}}$  foi menor no início do exercício (km 0;  $36,51 \pm 0,11$  em RESF<sub>24</sub> e  $36,2 \pm 0,23$  em RESF<sub>35</sub>) do que no último momento dentro da piscina nas duas situações com resfriamento corporal ( $36,79 \pm 0,12$  em RESF<sub>24</sub> e  $36,56 \pm 0,17$  em RESF<sub>35</sub>;  $p > 0,05$ ). O GRÁFICO 6 mostra a  $T_{\text{retal}}$  ao longo da distância percorrida nas quatro situações experimentais. O ambiente quente influenciou a resposta dessa variável, uma vez que a  $T_{\text{retal}}$  foi maior na situação SR<sub>35</sub> quando comparada à situação SR<sub>24</sub> desde o 16ºkm até o final do exercício. O resfriamento corporal preveniu esse efeito, uma vez que em nenhum momento do exercício a  $T_{\text{retal}}$  foi maior na situação RESF<sub>35</sub> quando comparada à situação SR<sub>24</sub>. A  $T_{\text{retal}}$  foi menor durante todo o exercício na situação RESF<sub>35</sub> quando comparada com a SR<sub>35</sub>, e foi menor desde km 0 até o 10ºkm na situação RESF<sub>24</sub> quando comparada à SR<sub>24</sub>.

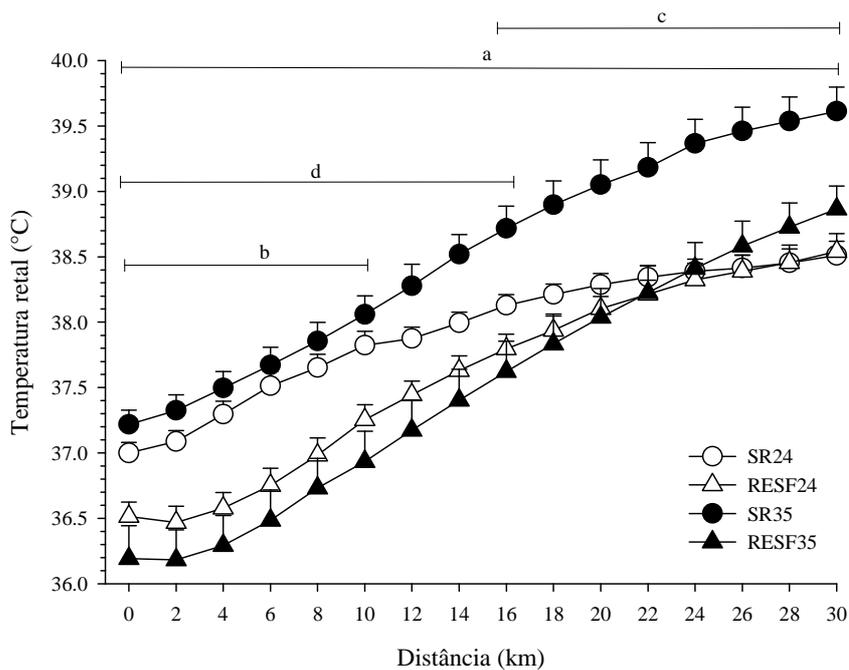


GRÁFICO 6: Temperatura retal ao longo da distância percorrida nas quatro situações experimentais. a RESF<sub>35</sub> diferente de SR<sub>35</sub>; b RESF<sub>24</sub> diferente de SR<sub>24</sub>; c SR<sub>35</sub> diferente de SR<sub>24</sub>; d RESF<sub>35</sub> diferente de SR<sub>24</sub>.

### 3.3.1 Elevação da temperatura retal

O GRÁFICO 7 mostra a elevação da temperatura retal nas quatro situações experimentais. Esta variável foi influenciada pelo resfriamento corporal no ambiente temperado, mas não no ambiente quente. Ainda, a elevação da temperatura retal foi maior nas duas situações em ambiente quente ( $SR_{35}$  e  $RESF_{35}$ ) quando comparadas à situação  $SR_{24}$ .

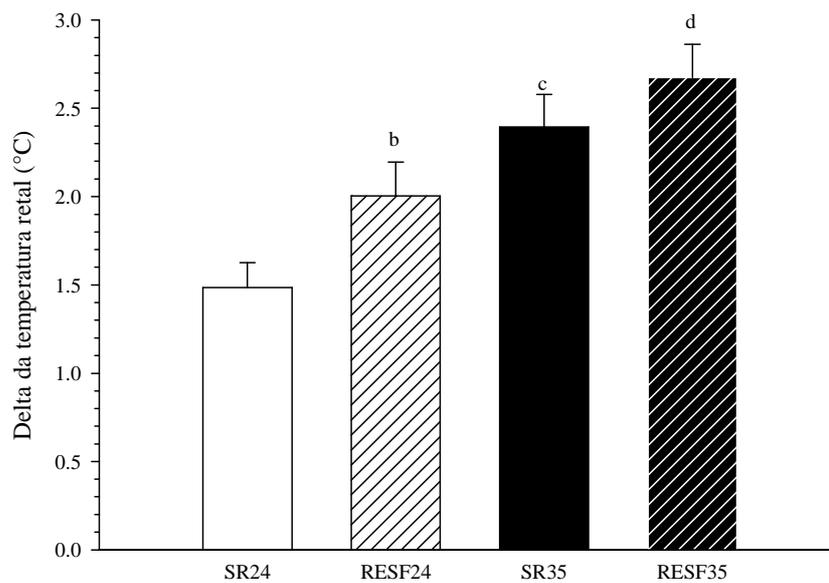


GRÁFICO 7: Elevação média da temperatura retal durante o exercício nas quatro situações experimentais. b  $RESF_{24}$  diferente de  $SR_{24}$ ; c  $SR_{35}$  diferente de  $SR_{24}$ ; d  $RESF_{35}$  diferente de  $SR_{24}$ .

### 3.4 Temperatura média da pele

O GRÁFICO 8 mostra a  $T_{pele}$  ao longo da distância percorrida nas quatro situações experimentais. O ambiente quente influenciou a resposta desta variável, uma vez que foi observada diferença entre as situações  $SR_{35}$  e  $SR_{24}$  em todos os momentos de medida. Este efeito do ambiente quente na  $T_{pele}$  só foi prevenido pelo resfriamento no km 0, uma vez que apenas neste momento a  $T_{pele}$  foi menor na situação  $RESF_{35}$  quando comparada à situação  $SR_{35}$ , e não foi diferente entre as situações  $SR_{24}$  e  $RESF_{35}$ . Em todos os outros momentos de medida a  $T_{pele}$  não foi diferente na situação  $RESF_{35}$  quando comparada com  $SR_{35}$ , e foi maior nas duas situações em ambiente quente quando comparadas à situação  $SR_{24}$ .

A  $T_{pele}$  foi menor na situação  $RESF_{24}$  quando comparada com  $SR_{24}$  no km 0, no 6° e no 8°km ( $p < 0,05$ ). Nos outros momentos de medida, não foi observada diferença entre essas situações.

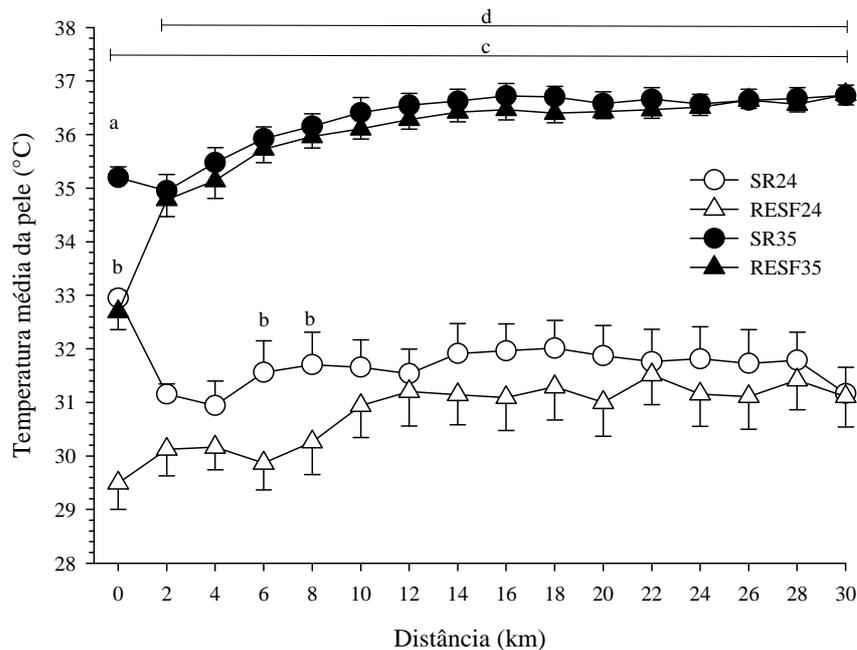


GRÁFICO 8: Temperatura média da pele ao longo da distância percorrida nas quatro situações experimentais. a  $RESF_{35}$  diferente de  $SR_{35}$ ; b  $RESF_{24}$  diferente de  $SR_{24}$ ; c  $SR_{35}$  diferente de  $SR_{24}$ ; d  $RESF_{35}$  diferente de  $SR_{24}$ .

### 3.5 Temperatura da testa

O GRÁFICO 9 mostra a  $T_{\text{testa}}$  ao longo da distância percorrida nas quatro situações experimentais. Assim como foi observado com a  $T_{\text{pele}}$ , o ambiente quente influenciou o comportamento dessa variável, uma vez que foi observada diferença entre as situações  $SR_{35}$  e  $SR_{24}$  em todos os momentos. Não houve diferença entre as situações  $SR_{35}$  e  $RESF_{35}$  e, comparando as situações em ambiente temperado, a  $T_{\text{testa}}$  foi menor na situação com resfriamento somente no km 0 e no 4° km. Na situação  $SR_{35}$ , a  $T_{\text{testa}}$  foi maior entre os kms 14 e 26 quando comparados ao km 0. Na situação  $RESF_{35}$ , essa diferença foi observada desde o 20°km até o final do exercício. Na situação  $SR_{24}$ , a  $T_{\text{testa}}$  foi menor em todos os momentos quando comparados ao km 0. Não houve diferença na situação  $RESF_{24}$  ao longo do exercício.

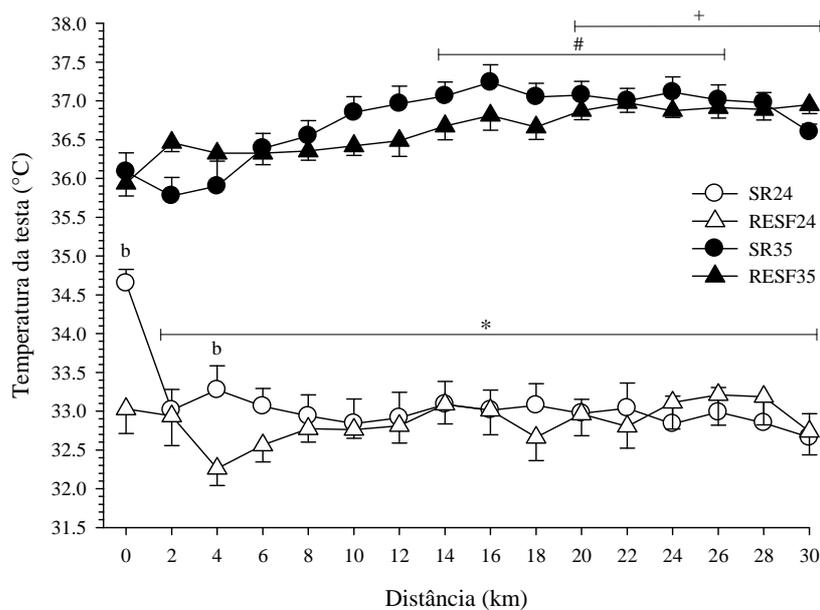


GRÁFICO 9: Temperatura da testa ao longo da distância percorrida nas quatro situações experimentais. b  $RESF_{24}$  diferente de  $SR_{24}$ ; \* Diferente do km 0 em  $SR_{24}$ ; # Diferente do km 0 em  $SR_{35}$ ; + Diferente do km 2 em  $RESF_{35}$ .

### 3.6 Taxa de acúmulo de calor

O GRÁFICO 10 mostra a taxa de acúmulo de calor nas quatro situações experimentais. O resfriamento corporal influenciou esta variável nos dois ambientes, uma vez que a taxa de acúmulo de calor foi maior nas situações com resfriamento corporal quando comparados aos controles no mesmo ambiente. A taxa de acúmulo de calor também foi maior nas situações no ambiente quente ( $SR_{35}$  e  $RESF_{35}$ ) quando comparadas à situação  $SR_{24}$ .

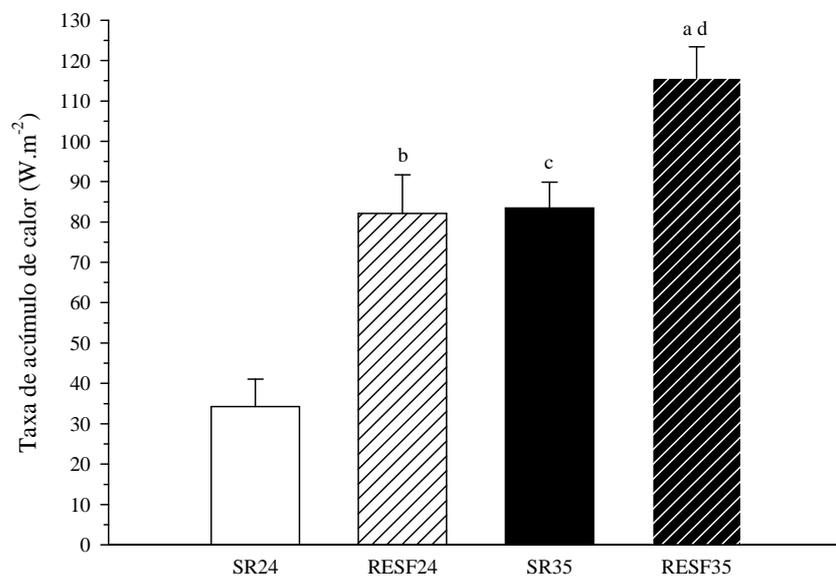


GRÁFICO 10: Taxa de acúmulo de calor durante o exercício nas quatro situações experimentais. a  $RESF_{35}$  diferente de  $SR_{35}$ ; b  $RESF_{24}$  diferente de  $SR_{24}$ ; c  $SR_{35}$  diferente de  $SR_{24}$ ; d  $RESF_{35}$  diferente de  $SR_{24}$ .

O GRÁFICO 11 mostra a taxa de acúmulo de calor nas quatro situações experimentais desde o início do exercício até que a  $T_{\text{repouso}}$  fosse atingida e deste momento até o fim do exercício. A taxa de acúmulo de calor foi maior nas duas situações de resfriamento corporal quando comparadas às situações de controle em cada ambiente até que a  $T_{\text{repouso}}$  fosse atingida. Após a  $T_{\text{repouso}}$  ser atingida, a taxa de acúmulo de calor foi maior apenas na situação RESF<sub>35</sub> quando comparada à situação SR<sub>35</sub>. A taxa de acúmulo de calor foi menor no período após a  $T_{\text{repouso}}$  ser atingida quando comparada ao período anterior em todas as situações experimentais.

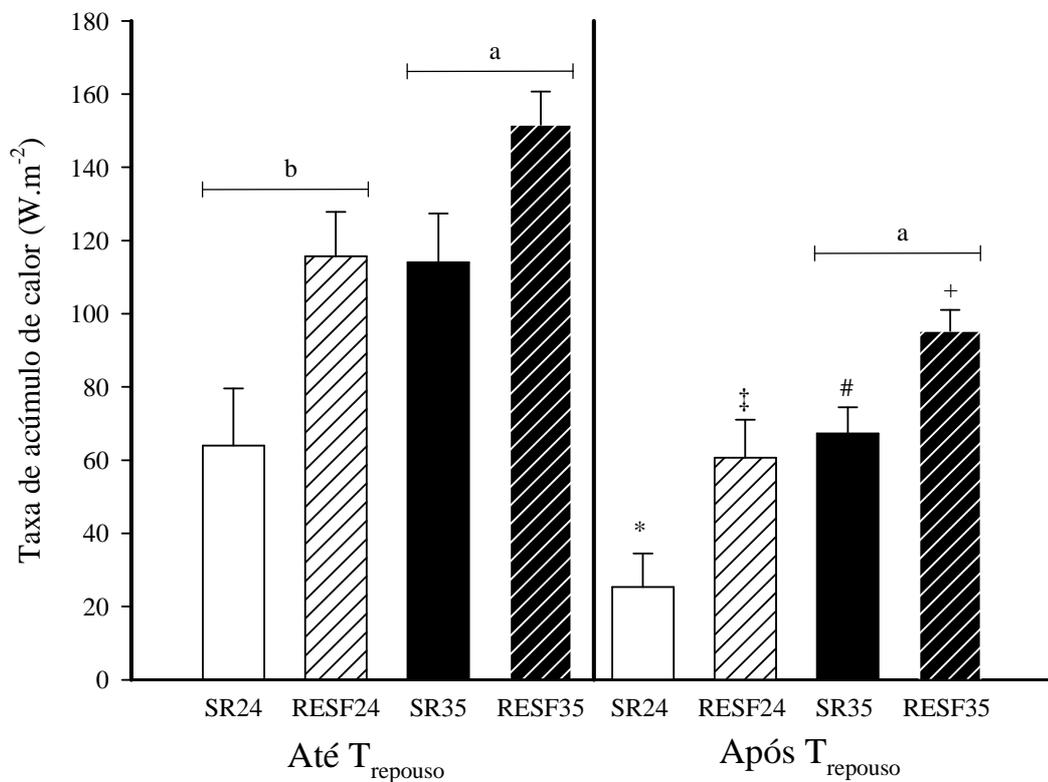


GRÁFICO 11: Taxa de acúmulo de calor antes e após a  $T_{\text{repouso}}$  nas quatro situações experimentais. a RESF<sub>35</sub> diferente de SR<sub>35</sub>; b RESF<sub>24</sub> diferente de SR<sub>24</sub>; \* Diferente de Até  $T_{\text{repouso}}$  em SR<sub>24</sub>; # Diferente de Até  $T_{\text{repouso}}$  em SR<sub>35</sub>; ‡ Diferente de Até  $T_{\text{repouso}}$  em RESF<sub>24</sub>; + Diferente de Até  $T_{\text{repouso}}$  em RESF<sub>35</sub>.

### 3.7 Ingestão de água, sudorese e estado de hidratação

A TABELA 3 mostra a ingestão de água, a sudorese e a taxa de sudorese nas quatro situações experimentais. O resfriamento corporal não influenciou a resposta de nenhuma dessas variáveis. Entretanto, todas elas foram maiores no ambiente quente (SR<sub>35</sub>) quando comparadas à situação SR<sub>24</sub>. Ainda, os voluntários ingeriram mais água na situação RESF<sub>35</sub> do que na situação SR<sub>24</sub>. Além disso, todos os voluntários iniciaram e terminaram todos os testes euidratados (gravidade específica da urina < 1,030 g/mL).

TABELA 3  
Ingestão de água, sudorese e taxa de sudorese durante o exercício nas quatro situações experimentais.

	<b>Ingestão de água (L)</b>	<b>Sudorese (L)</b>	<b>Taxa de sudorese (L/h)</b>
<b>SR<sub>24</sub></b>	0,24 (0,07)	1,14 (0,1)	1,24 (0,11)
<b>RESF<sub>24</sub></b>	0,37 (0,11)	1,20 (0,17)	1,33 (0,19)
<b>SR<sub>35</sub></b>	0,75 (0,18) <sup>c</sup>	1,92 (0,27) <sup>c</sup>	1,89 (0,27) <sup>c</sup>
<b>RESF<sub>35</sub></b>	0,54 (0,15) <sup>d</sup>	1,49 (0,25)	1,55 (0,27)

c = SR<sub>35</sub> diferente de SR<sub>24</sub>; d = RESF<sub>35</sub> diferente de SR<sub>24</sub>

### 3.8 Frequência cardíaca

O GRÁFICO 12 mostra a FC ao longo da distância percorrida nas quatro situações experimentais. Houve diferença entre as situações SR<sub>35</sub> e RESF<sub>35</sub> desde km 0 até o 4º km de exercício. No 2ºkm, também foi observada diferença entre as situações RESF<sub>24</sub> e SR<sub>24</sub> e também entre RESF<sub>35</sub> e SR<sub>24</sub>. Não foi observada diferença em nenhum outro momento entre as situações experimentais.

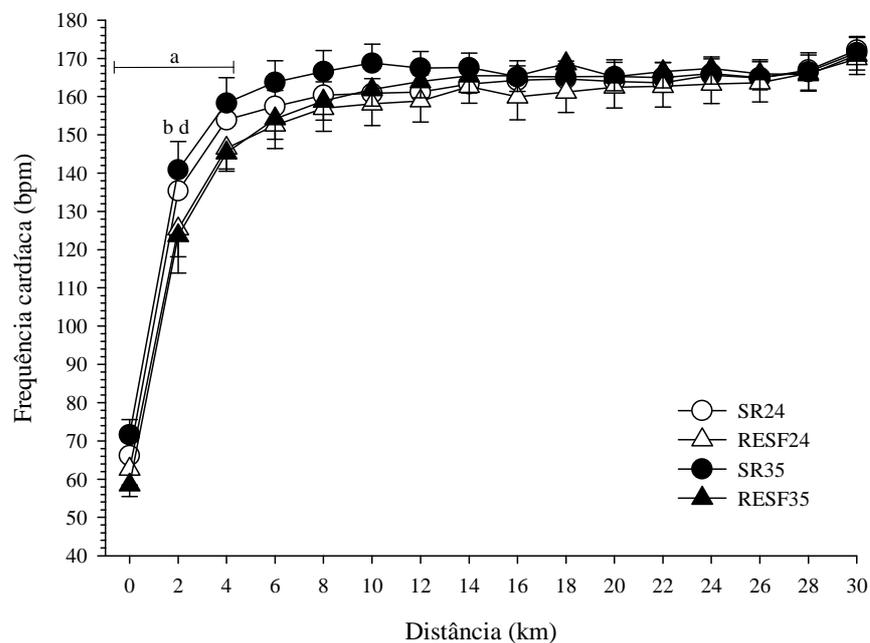


GRÁFICO 12: Frequência cardíaca ao longo da distância percorrida nas quatro situações experimentais. a RESF<sub>35</sub> diferente de SR<sub>35</sub>; b RESF<sub>24</sub> diferente de SR<sub>24</sub>; d RESF<sub>35</sub> diferente de SR<sub>24</sub>.

### 3.9 Consumo de oxigênio

O GRÁFICO 13 mostra o  $VO_2$  ao longo da distância percorrida nas quatro situações experimentais. Houve diferença nas duas situações em ambiente quente quando comparadas à situação  $SR_{24}$  na parte final do exercício. Não houve diferença entre as situações  $RESF_{24}$  e  $SR_{24}$  em nenhum momento, e o  $VO_2$  foi menor na situação  $RESF_{35}$  quando comparada à  $SR_{35}$  apenas no 24ºkm.

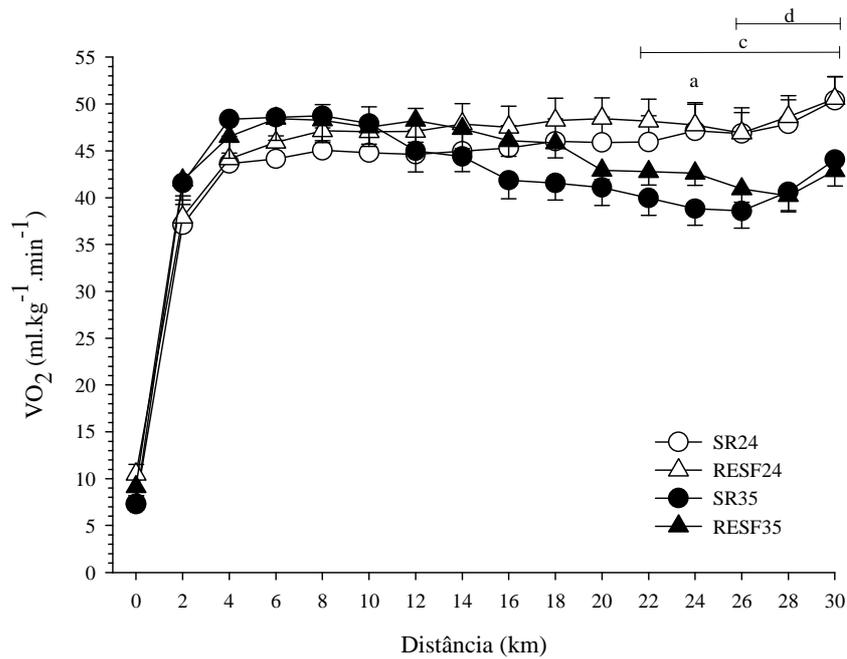


GRÁFICO 13: Consumo de oxigênio ao longo da distância percorrida nas quatro situações experimentais. a  $RESF_{35}$  diferente de  $SR_{35}$ ; b  $SR_{35}$  diferente de  $SR_{24}$ ; c  $SR_{35}$  diferente de  $RESF_{24}$ ; d  $RESF_{35}$  diferente de  $SR_{24}$ .

### 3.10 Lactatemia e glicemia

O GRÁFICO 14 mostra a lactatemia ao longo da distância percorrida nas quatro situações experimentais. Houve diferença entre as situações SR<sub>35</sub> e SR<sub>24</sub> nos kms 15, 25 e 30. Quando comparadas as situações SR<sub>24</sub> e RESF<sub>35</sub>, só houve diferença no 25° e 30°km. Não houve diferença entre as situações SR<sub>35</sub> e RESF<sub>35</sub> em nenhum momento, e foi observada diferença entre as situações RESF<sub>24</sub> e SR<sub>24</sub> entre o 10° e o 20°km.

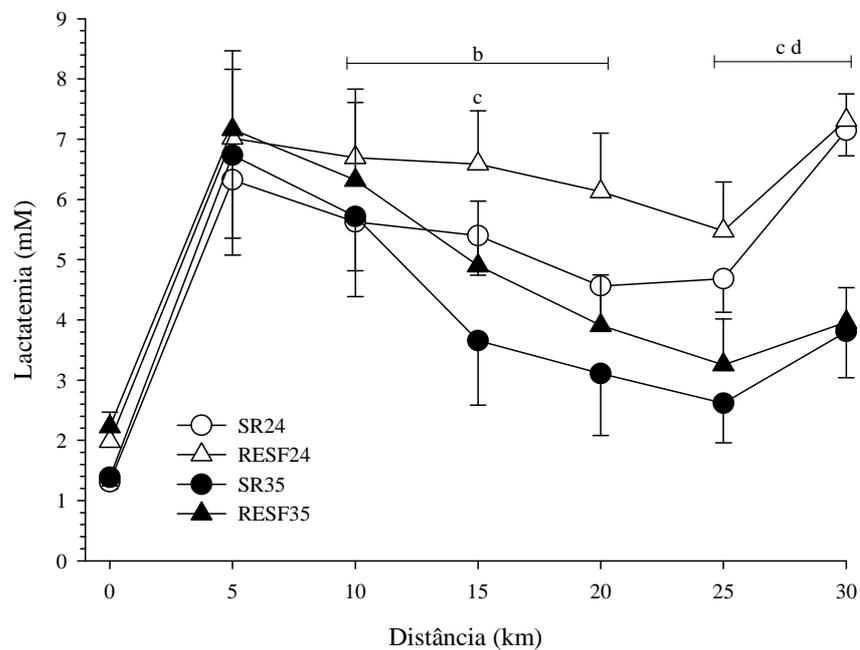


GRÁFICO 14: Lactatemia ao longo da distância percorrida nas quatro situações experimentais. b RESF<sub>24</sub> diferente de SR<sub>24</sub>; c SR<sub>35</sub> diferente de SR<sub>24</sub>; d RESF<sub>35</sub> diferente de SR<sub>24</sub>.

A glicemia não foi diferente entre o pré-exercício ( $105,9 \pm 5,16$ ) e o pós exercício ( $115,33 \pm 6,11$ ).

### 3.11 Conforto térmico

O GRÁFICO 15 mostra a conforto térmico ao longo da distância percorrida nas quatro situações experimentais. Houve diferença entre as situações SR<sub>35</sub> e SR<sub>24</sub> desde o 10ºkm até o fim do exercício. O resfriamento corporal não influenciou essa variável, uma vez que não houve diferença entre as situações SR<sub>35</sub> e RESF<sub>35</sub> e nem entre SR<sub>24</sub> e RESF<sub>24</sub> em nenhum momento do exercício. Ainda, o resfriamento corporal não atenuou o efeito do ambiente quente nessa variável, uma vez que houve diferença entre as situações SR<sub>24</sub> e RESF<sub>35</sub> desde o 6ºkm até o fim do exercício.

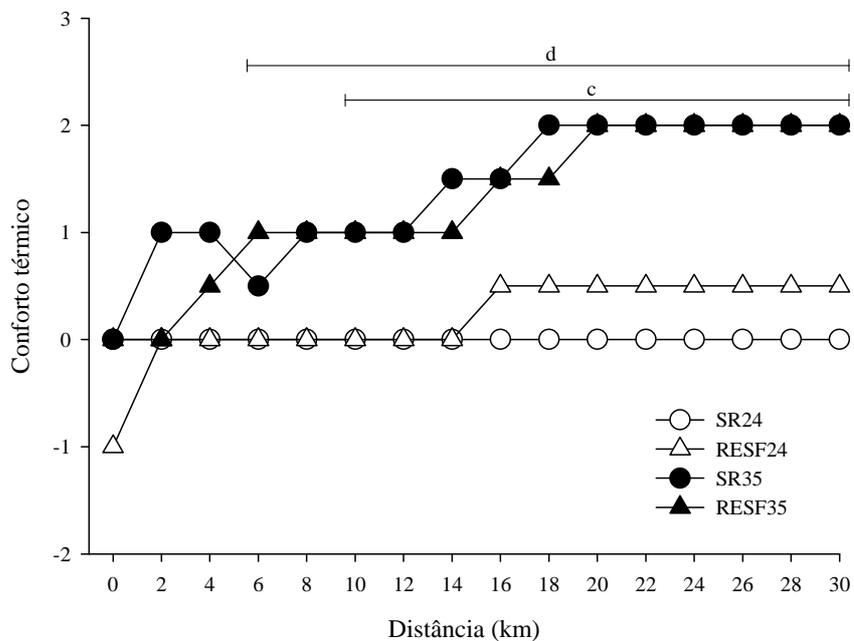


GRÁFICO 15: Conforto térmico ao longo da distância percorrida nas quatro situações experimentais. c SR<sub>35</sub> diferente de SR<sub>24</sub>; d RESF<sub>35</sub> diferente de SR<sub>24</sub>. Valores expressam mediana

### 3.12 Percepção subjetiva de esforço

O GRÁFICO 16 mostra a PSE ao longo da distância percorrida nas quatro situações experimentais. Houve diferença entre as situações SR<sub>35</sub> e SR<sub>24</sub> desde o 14° até o 26°km. O resfriamento corporal não influenciou esta variável no ambiente quente, uma vez que não houve diferença entre as situações SR<sub>35</sub> e RESF<sub>35</sub> em nenhum momento de medida. No ambiente temperado, houve diferença apenas no 8°km, entre SR<sub>24</sub> e RESF<sub>24</sub>. Houve diferença entre as situações SR<sub>24</sub> e RESF<sub>35</sub> entre 8° e o 24°km.

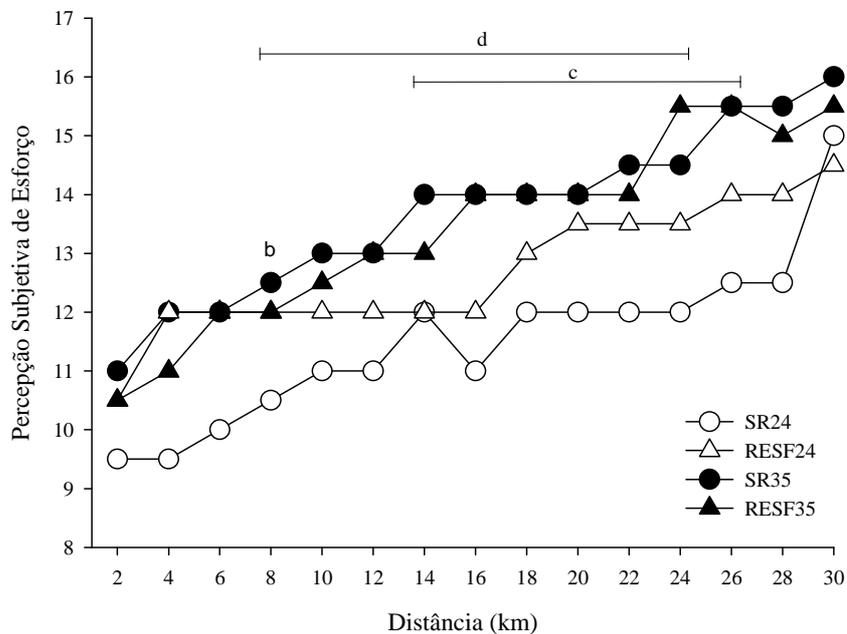


GRÁFICO 16: Percepção subjetiva de esforço ao longo da distância percorrida nas quatro situações experimentais. b RESF<sub>24</sub> diferente de SR<sub>24</sub>; c SR<sub>35</sub> diferente de SR<sub>24</sub>; d RESF<sub>35</sub> diferente de SR<sub>24</sub>. Valores expressam mediana.

## 4 DISCUSSÃO

Quando comparado ao ambiente temperado, o desempenho físico foi menor durante o exercício realizado em ambiente quente, no entanto, o resfriamento corporal pré-exercício atenuou essa redução. Ao contrário do observado no ambiente quente, o resfriamento corporal pré-exercício não influenciou o desempenho no ambiente temperado. A melhora no desempenho físico após o resfriamento corporal em ambiente quente corrobora os resultados verificados por estudos prévios (SIEGEL *et al.*, 2012; YEO *et al.*, 2012; DUFFIELD *et al.*, 2010; QUOD *et al.*, 2008; KAY *et al.*, 1999). Entretanto, este trabalho foi além dos demais ao comparar as variáveis de desempenho e as termorregulatórias registradas durante o exercício realizado em ambiente quente após o resfriamento corporal com aquelas obtidas durante o exercício físico realizado em ambiente temperado. Apesar desse tipo de comparação já ter sido feita (CASTLE *et al.*, 2011), o método de resfriamento utilizado pelos autores não foi eficiente, já que não reduziu a temperatura retal na situação de resfriamento. Além disso, o protocolo de exercício utilizado e a temperatura estipulada para o ambiente quente não foram suficientes para causar diferença na potência média gerada entre essas situações experimentais.

O resfriamento corporal pré-exercício é um método utilizado com o intuito de reduzir a temperatura corporal e o estresse térmico durante o exercício, retardando o desenvolvimento da fadiga induzida pelo acúmulo de calor (WEGMANN *et al.*, 2012). Os procedimentos utilizados para resfriar os voluntários no presente estudo foram eficazes, já que a  $T_{\text{retal}}$  permaneceu menor durante todo o exercício em ambiente quente quando comparado à situação sem o resfriamento prévio no mesmo ambiente. Assim, os voluntários iniciaram o exercício com a temperatura interna  $1,02^{\circ}\text{C}$  menor do que na situação sem resfriamento - e essa redução foi maior do que o observado em outros estudos (SKEIN *et al.*, 2012; YEO, *et al.*, 2012; DUFFIELD *et al.*, 2010; LEE; HAYMES, 1995). Uma inovação apresentada nesse trabalho foi a retirada do voluntário repetidamente da piscina durante o resfriamento. Este procedimento permitiu que a temperatura interna fosse reduzida mesmo com a temperatura da água menos fria do que outros estudos (DUFFIELD *et al.*, 2010; WHITE *et al.*, 2003) sem causar um desconforto excessivo nos voluntários.

A  $T_{\text{rectal}}$  foi menor imediatamente antes do início do exercício (km0) quando comparada à última medida dentro da piscina nas duas situações com resfriamento corporal. Esse fenômeno já foi observado em estudos anteriores (SIEGEL *et al.*, 2012; HASEGAWA *et al.*, 2006; WILSON *et al.*, 2002; BOOTH *et al.*, 1997), e é conhecido como “*after-drop*”. Durante a imersão em água fria, ocorre vasoconstrição cutânea nos indivíduos submersos, que reduz o gradiente de temperatura entre a água e a pele, e conseqüentemente a perda de calor. No entanto, há uma redução da vasoconstrição quando a pele perde o contato com a água fria, que resulta em resfriamento do sangue que antes circulava nas áreas centrais do corpo, de maneira que quando circula novamente próximo à região onde está o termômetro, a temperatura do sangue é inferior àquela registrada anteriormente (ROMET, 1988). Além disso, a temperatura retal responde de maneira mais lenta do que outras medidas de temperatura interna, como por exemplo a temperatura esofageana (MORAN; MENDAL, 2002). Entretanto, a utilização desta técnica provavelmente causaria um desconforto muito grande para os voluntários durante o exercício, e impossibilitaria a utilização do espirômetro. Os treinadores e preparadores físicos que utilizam o resfriamento corporal pré-exercício durante treinamentos e competições devem considerar a existência desse fenômeno, pois alguns outros estudos registraram menor temperatura interna durante o exercício mesmo sem haver redução durante a imersão em água (DUFFIELD *et al.*, 2010; QUOD *et al.*, 2008).

O efeito ergogênico do resfriamento corporal pré-exercício em ambiente quente está de acordo com estudos anteriores (SIEGEL *et al.*, 2012; DUFFIELD *et al.*, 2010; QUOD *et al.*, 2008), e parece ser explicado pelo maior acúmulo de calor após o resfriamento corporal (QUOD *et al.*, 2006; MARINO, 2002), resultado que também já foi observado anteriormente (KAY *et al.*, 1999; BOOTH *et al.*, 1997), já que nenhuma outra variável termorregulatória ou subjetiva registrada foi diferente entre essas duas situações. O resultado da maior TAC no ambiente quente após o resfriamento cumpriu com as nossas expectativas, pois era plausível que até que fosse atingida a temperatura interna correspondente à de repouso ocorresse uma atenuação dos ajustes fisiológicos para dissipação de calor. Dessa forma, a TAC seria maior desde o início do exercício até esse momento nas situações de resfriamento quando comparadas às situações controle, e essa diferença deixaria de existir no restante do exercício. Essa idéia foi parcialmente confirmada, uma vez que de fato a TAC foi maior nas situações de resfriamento quando comparadas aos respectivos controles até atingir a temperatura interna de repouso. Entretanto, a TAC também foi maior após esse ponto na situação RESF<sub>35</sub> quando comparada à situação SR<sub>35</sub>. Provavelmente, mesmo após atingir a temperatura de repouso, os

ajustes termorregulatórios autonômicos para perda de calor estavam mais ativados na situação SR<sub>35</sub> quando comparada à RESF<sub>35</sub>, uma vez que a temperatura interna foi maior. Além disso, a intensidade do exercício foi reduzida na situação SR<sub>35</sub> próximo a esse momento, e essa redução só ocorreu posteriormente na situação RESF<sub>35</sub>, pois o resfriamento corporal permitiu que o maior acúmulo de calor nesta situação não fosse percebido pelo sistema nervoso central como um perigo à manutenção da homeostase, uma vez que a  $T_{\text{retal}}$  era próxima aos valores normais para aquele horário do dia. O retardo na redução da intensidade do exercício observado na situação RESF<sub>35</sub> quando comparado à situação SR<sub>35</sub> resultou na melhora do desempenho físico.

A potência gerada foi maior entre o 12° e o 18° km na situação RESF<sub>35</sub> quando comparada à situação SR<sub>35</sub> e, durante este período, na situação SR<sub>35</sub>, a intensidade do esforço foi menor do que aquela registrada no início do exercício. Por outro lado, na situação RESF<sub>35</sub>, essa redução na intensidade só foi observada a partir do 20° km. Esse padrão de curva de potência gerada registrado nas duas situações em ambiente quente, no qual ocorreu redução da intensidade no meio e aumento próximo ao final do exercício, também já foi observado em estudos anteriores (ELY *et al.*, 2010; CARVALHO, 2009) e é comumente denominada “j invertido” (ABBISS *et al.*, 2008). Outros estudos também verificaram redução na intensidade ao longo do exercício realizado em ambiente quente. Tattersson *et al.* (2000) e Tucker *et al.* (2004) verificaram que essa redução aconteceu após 30% da distância total completada, semelhante ao que foi observado na situação SR<sub>35</sub> do presente estudo. Alguns autores propõem que essa diminuição na intensidade é resultado de uma mudança na estratégia de prova ou de uma incapacidade de manter o desempenho físico desejado até o fim da prova (ELY *et al.*; 2010). Na situação SR<sub>35</sub> os voluntários provavelmente reduziram a intensidade do exercício antecipadamente para conseguir terminar o exercício dentro de limites seguros de temperatura interna, visto que todos eles completaram o exercício com valores muito altos desta variável. Esse resultado sugere que existe um controle antecipatório, que pode levar à redução da intensidade do exercício, para evitar o excessivo acúmulo de calor (TUCKER *et al.*, 2006; MARINO, 2004; RODRIGUES *et al.*, 2003).

Em alguns estudos sobre resfriamento corporal com exercício de intensidade autorregulada de duração parecida com a do presente estudo, a melhora no desempenho após o resfriamento acontece nos momentos finais do exercício (YEO *et al.*, 2012; DUFFIELD *et al.*, 2010; IHSAN *et al.*, 2010; KAY *et al.*, 1999). Kay *et al.* (1999), apesar de não terem feito análises

da potência gerada ao longo do tempo, especulam que a diferença no desempenho aconteceu devido à maior intensidade na parte final do exercício, segundo os autores devido à maior concentração de lactato nesse momento na situação de resfriamento quando comparada à situação controle. Essa diferença no momento do exercício quando foi observada a melhora no desempenho físico entre o presente estudo e os citados anteriormente pode ser explicada por diferentes estratégias estipuladas para o início do exercício. No presente estudo, em ambiente quente, os voluntários iniciaram o exercício em uma intensidade alta, e reduziram a intensidade no meio do exercício. Este comportamento parece ter sido o resultado dos maiores valores atribuídos ao desconforto térmico e PSE neste ambiente quando comparado às situações em ambiente temperado, que garantiu que, ao terminar o exercício, os voluntários encontrassem-se dentro de limites seguros de temperatura interna. Nos estudos de Duffield *et al.* (2010), Ihsan *et al.* (2010) e Kay *et al.* (1999) os voluntários provavelmente pouparam esforços nas fases iniciais do exercício tanto para realizar uma intensidade maior no fim do teste quanto para prevenir a diminuição na intensidade no meio do teste. Schlader *et al.* (2011a) sugerem que a  $T_{pele}$  e a sensação térmica são importantes para a escolha da intensidade inicial do exercício, uma vez que eles encontraram maior intensidade no início do exercício quando a  $T_{pele}$  estava reduzida. As aferências dos termossensores periféricos indicam a capacidade de dissipação de calor em relação ao meio, de maneira que a temperatura da pele é importante no controle da intensidade do exercício (LEVELS *et al.*, 2012<sup>a</sup>; SCHLADER *et al.*, 2011a; SCHLADER *et al.*, 2010). Entretanto, em nenhum desses estudos sobre resfriamento houve uma situação controle em ambiente temperado, para averiguar se essa precaução inicial ocorreu devido à maior  $T_{pele}$  comumente observada em ambiente quente. No presente estudo, essa idéia não foi confirmada, uma vez que, apesar da maior  $T_{pele}$  observada em ambiente quente, não houve diferença na intensidade inicial do exercício entre as situações neste ambiente e as situações em ambiente temperado. A estratégia de iniciar o exercício com uma intensidade que não pode ser mantida até o fim da prova não é considerada a mais apropriada para se alcançar o melhor desempenho físico, mas ocorre devido à alta motivação dos atletas nesse momento, e por influência da estratégia de outros competidores (MARCORA, 2010b). Além deste fator motivacional, provavelmente presente neste estudo, o tempo que os voluntários permaneceram no interior da câmara ambiental antes do início do exercício pode não ter sido suficiente para que houvesse mudança na estratégia inicial de exercício, e eles provavelmente não eram habituados a se exercitar naquela temperatura ambiente, uma vez que a média do maior valor de temperatura

de bulbo seco registrado a cada dia em Belo Horizonte no ano de 2011 foi de 28°C (INMET<sup>1</sup>, 2012), ou seja, 7°C menor do que a temperatura do ambiente quente do presente estudo.

O resfriamento corporal não foi capaz de influenciar o conforto térmico dos voluntários. A expectativa inicial era que o resfriamento corporal pré-exercício aumentaria o conforto térmico devido a menores temperaturas interna e da pele, e esse seria mais um fator que permitiria um melhor desempenho físico. Apesar de a  $T_{\text{retal}}$  ter sido menor durante todo o exercício, a  $T_{\text{pele}}$  foi menor somente no pré-exercício, quando comparadas as situações RESF<sub>35</sub> e SR<sub>35</sub>. Esses resultados corroboram a idéia de que o conforto térmico sofre grande influência da  $T_{\text{pele}}$  (SCHLADER *et al.*, 2011a). De fato, outros estudos sobre o tema apresentaram menor desconforto ou sensação térmica nos momentos iniciais de exercício quando a  $T_{\text{pele}}$  também era menor (SIEGEL *et al.*, 2012; DUFFIELD *et al.*, 2010; BOOTH *et al.*, 1997). Por outro lado, Skein *et al.* (2012) e Arngrímsson *et al.* (2004) também não encontraram diferenças na escala perceptiva de estresse térmico e desconforto térmico em nenhum momento do exercício, e também não encontraram diferenças na  $T_{\text{pele}}$ . A temperatura ambiente no presente estudo foi mais alta do que todos esses estudos acima, e esse pode ter sido o motivo da ausência de diferença na  $T_{\text{pele}}$  entre as duas situações no ambiente quente durante o exercício.

O aumento da temperatura da testa em relação à medida pré-exercício nas duas situações em ambiente quente aconteceu em um momento muito próximo ao de redução na intensidade de exercício. Esse aumento em relação ao início do exercício não foi observado nas situações em ambiente temperado, e a temperatura da testa permaneceu menor do que nas situações em ambiente quente durante todo o exercício. A face é uma região com importante influência para o conforto térmico, para a PSE e, conseqüentemente, para a modulação da intensidade de esforço (SCHLADER *et al.*, 2011b). Portanto, a temperatura da testa pode ter sido mais um fator que influenciou os voluntários a diminuir a intensidade de exercício, como parte de um comportamento termorregulatório.

Durante as situações em ambiente quente, alguns voluntários alcançaram altos valores de  $T_{\text{retal}}$  (>39,5°C), que são considerados críticos por alguns pesquisadores (GONZÁLES-ALONSO *et al.*, 1999; NIELSEN *et al.*, 1993). Entretanto, nenhum voluntário apresentou sintomas de mal-estar e, após verificarmos verbalmente com os voluntários que eles estavam se sentindo bem e que não viam necessidade de interromper o exercício, foi decidido

<sup>1</sup> <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>

continuar o experimento. Além disso, já foi demonstrado que indivíduos treinados podem manter a intensidade do exercício com valores de temperatura retal superiores a 40°C, sem qualquer detrimento à saúde (ELY *et al.*, 2009).

O desempenho físico foi menor na situação RESF<sub>35</sub> quando comparado à situação SR<sub>24</sub>, apesar da temperatura interna não ter sido maior em nenhum momento na situação RESF<sub>35</sub> quando comparada a esta outra situação. Alguns mecanismos ajudam a explicar a diminuição do desempenho físico no ambiente quente mesmo com a ausência de diferença na T<sub>retal</sub>. Neste estudo, durante os 20km iniciais de exercício, não houve diferença no VO<sub>2</sub> entre as situações experimentais. Alguns autores sugerem que durante o exercício em ambiente quente, há uma diminuição do VO<sub>2max</sub>, em parte devido ao aumento do fluxo sanguíneo para pele (ARNGRIMSSON *et al.*, 2003; CABIDO *et al.*, 2009). Dessa forma, para um exercício realizado com o mesmos valores de VO<sub>2</sub> em ambientes quente e temperado, o %VO<sub>2max</sub> seria maior no ambiente quente (SAWKA *et al.*, 2012), ou seja, a intensidade relativa do exercício pode ter sido maior na situação RESF<sub>35</sub> quando comparada à situação SR<sub>24</sub> durante grande parte do exercício.

Outros mecanismos que explicam a diminuição no desempenho físico na situação RESF<sub>35</sub> quando comparada à situação SR<sub>24</sub> estão relacionados à T<sub>pele</sub>. A T<sub>pele</sub> foi maior nas duas situações em ambiente quente quando comparadas às situações em ambiente temperado durante todo o exercício. Ao contrário da temperatura interna, a temperatura da pele varia mais em resposta à temperatura ambiente do que à intensidade do exercício (CHEUVRONT *et al.*, 2010), e é sugerido que a este fator é importante para a regulação da intensidade do exercício (LEVELS *et al.*, 2012a; SAWKA *et al.*, 2012; SCHLADER, 2011a). Durante exercícios de intensidade autorregulada, com o objetivo de alcançar o melhor desempenho possível, o indivíduo controla a intensidade de maneira que a PSE permaneça no mesmo nível que o indivíduo esperava anteriormente para um determinado momento do exercício, de acordo com sua experiência prévia em tarefas similares (JOSEPH *et al.*, 2008). Maiores valores de T<sub>pele</sub> e, conseqüentemente, maior desconforto térmico, influenciam a PSE, de maneira que a intensidade do exercício seja reduzida para controlar essa variável (SCHLADER *et al.*, 2011a). Os resultados do presente estudo corroboram essa ideia, pois apesar da T<sub>retal</sub> ter sido maior na situação SR<sub>24</sub> quando comparada à situação RESF<sub>35</sub> até o 16°km, e da intensidade do exercício não ter sido diferente entre essas situações nesse mesmo período, o conforto térmico e a PSE foram maiores na situação em ambiente quente. Essas

diferenças provavelmente aconteceram devido à maior  $T_{pele}$  observada na situação RESF<sub>35</sub>, e esses fatores levaram os voluntários a reduzirem a intensidade do exercício após esse momento. Portanto, especulamos que a possível maior intensidade relativa do exercício e a maior  $T_{pele}$  observados na situação RESF<sub>35</sub> foram determinantes para o aumento PSE, e conseqüentemente para a diminuição no desempenho observada na situação RESF<sub>35</sub> quando comparada com a situação SR<sub>24</sub>.

O padrão da curva de potência gerada ao longo da distância percorrida foi diferente entre os ambientes quente e temperado. Nas duas situações em ambiente temperado, a distribuição da potência gerada foi relativamente linear. Esse comportamento é observado como uma das estratégias adotadas em exercícios autorregulados de duração superior a dois minutos (ST CLAIR GIBSON *et al.*, 2006). Alguns autores sugerem que, em condições em que o ambiente não é extremo e não são observadas influências do percurso onde é realizado o exercício (topografia), uma distribuição mais constante de intensidade pode ser a mais adequada para o melhor desempenho físico (DE KONING *et al.*, 2011; THOMPSON *et al.*, 2003). Em todas as situações experimentais, os voluntários optaram por aumentar a intensidade nos últimos momentos do exercício. Marcora (2010a) sugere que essa estratégia é escolhida pela maioria dos atletas devido à dificuldade de prever no início do exercício como será o desenvolvimento da PSE durante a tarefa. Apenas perto do final do exercício os atletas podem ter certeza de que aumentar a intensidade não aumenta o risco de diminuir consideravelmente a intensidade, ou até mesmo interromper o exercício antes de terminar a tarefa.

O resfriamento corporal pré-exercício não foi capaz de melhorar o desempenho físico no ambiente temperado, apesar da diferença de 0,5°C na  $T_{retal}$  no início do exercício. Esse resultado está de acordo com outros trabalhos que verificaram o efeito do resfriamento corporal pré-exercício em ambiente temperado (HORNERY *et al.*, 2005; CHEUNG; ROBINSON, 2004; DRUST *et al.*, 2000; SCHMIDT; BRUCK, 1981), mas difere de outros (LEE; HAYMES, 1995; OLSCHESKI; BRUCK, 1988; HESSEMER *et al.*, 1984) que encontraram melhora no desempenho físico nesse ambiente. Há ainda, um trabalho que verificou diminuição no desempenho físico (BERGH; EKBLUM, 1979). Esse resultado sugere que uma intervenção tende a apresentar efeitos ergogênicos quando ela atenua alguma resposta fisiológica durante o exercício que seria interpretada pelo sistema nervoso central como perigosa à manutenção da homeostase e, conseqüentemente, seria interpretada como o aumento consciente do esforço para a manutenção da intensidade do exercício. Nenhuma

variável termorregulatória parece ter comprometido o desempenho físico neste ambiente, uma vez que não foi observada uma redução antecipatória da intensidade do exercício como foi observado nas situações em ambiente quente. Dessa forma, o maior acúmulo de calor observado após o resfriamento corporal, que é proposto como o benefício fisiológico capaz de permitir a melhora do desempenho (QUOD *et al.*, 2006; MARINO, 2002) não foi efetivo em aumentar o desempenho dos atletas, uma vez que nem mesmo a alta intensidade ( $80 \pm 0,03$  % $VO_{2max}$ ) e a longa duração do exercício (54,58min) causaram aumento na temperatura interna até valores próximos aos considerados “críticos” por alguns pesquisadores.

## **5 CONCLUSÃO**

O resfriamento corporal pré-exercício retardou a redução de potência causada pela realização do exercício em ambiente quente, quando comparada à produzida no ambiente temperado. Neste ambiente, o resfriamento corporal pré-exercício não influenciou o desempenho.

## REFERÊNCIAS

ABBISS, C.; LAURSEN, P. B. Describing and understanding pacing strategies during athletic competition. **Sports Medicine**, v. 38, n. 3, p. 239-52, 2008.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE – ACSM. Position stand: exercise and fluid replacement. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 28, p. i- vii, 1996.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE - ACSM. ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription. 6<sup>th</sup>. ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.

ARMSTRONG, L. *et al.* Urinary indices of hydration status. **International Journal of Sports Nutrition**, v. 4, p. 265-279, 1994.

ARNGRÍMSSON, S. *et al.* Relation of heart rate to percent VO<sub>2</sub> peak during submaximal exercise in the heat. **Journal of Applied Physiology**, v. 94, p. 1162-68, 2003.

ARNGRÍMSSON, S. *et al.* Cooling vest worn during active warm-up improves 5-km run performance in the heat. **Journal of Applied Physiology**, v. 96, p. 1867-1874, 2004.

BALKE, B.; WARE, R.W. An experimental study of physical fitness of Air Force personnel. **United States Armed Forces Medical Journal**. v.10, p.675-688, 1959.

BERGH, U.; EKBLUM, B. Influence of muscle temperature on maximal muscle strength and power output in human skeletal muscles. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 107, n. 1, p. 33-7, 1979.

BIGLAND-RITCHIE, B.; WOODS, J.J. Changes in muscle contractile properties and neural control during human muscular fatigue. **Muscle Nerve**, v. 7, n. 9, p.691-696, 1984.

BOOTH, J; MARINO, F; WARD, J. J. Improved running performance in hot humid conditions following whole body precooling. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 29, n. 7, p. 943-949, 1997.

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

BYRNE, C. *et al.* Self-paced exercise performance in the heat after pre-exercise cold-fluid ingestion. **Journal of Athletic Training**, v. 46, p. 592-599, 2011

CABIDO, C. *et al.* Influência da temperatura ambiente no consumo máximo de oxigênio e na frequência cardíaca máxima em exercício progressivo. **Coleção Pesquisa em Educação Física**, v. 8, p. 187-194, 2009.

CASTLE, P. *et al.* Heat acclimation improves intermittent sprinting in the heat but additional pre-cooling offers no further ergogenic effect. **Journal of Sports Sciences**, v. 29, n. 11, p. 1125-34, 2011.

CARVALHO, M. V. **Efeitos da temperatura e do volume de água ingerido no desempenho durante 40 km de ciclismo com intensidade auto-regulada no calor**. 2009. 123f. Dissertação (Mestrado em treinamento esportivo) – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

CHEUNG, S.S. Hyperthermia and voluntary exhaustion: integrating models and future challenges. **Applied physiology, nutrition, and metabolism - Physiologie appliquée, nutrition et métabolisme**, v. 32, p. 808-17, 2007.

CHEUNG, S. S.; SLEIVERT, G. G. Multiple triggers for hyperthermic fatigue and exhaustion. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 32, n. 3, p.100-106, 2004.

CHEUNG, S.; ROBINSON, A. The influence of upper-body pre-cooling on repeated sprint performance in moderate ambient temperatures. **Journal of Sports Sciences**, v. 22, p. 605-612, 2004.

CHEUVRONT, S. *et al.* Mechanisms of aerobic performance impairment with heat stress and dehydration. **Journal of Applied Physiology**, v. 109, p. 1989-95, 2010.

DAVIS, J. M.; BAILEY, S. P. Possible mechanisms of central nervous system fatigue during exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 29, n. 1, p. 45-57, 1997.

DE KONING, J. *et al.* Regulation of pacing strategy during athletic competition. **PLoS ONE**. n. 6, p. 158-63, 2011.

DRUST, B. *et al.* Circadian rhythms in sports performance — an update. **Chronobiology International**, v.22, p.21–44, 2005.

DUBOIS, D.; DUBOIS, E. F. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. **Archives of International Medicine**, v. 17, p.837-836, 1916.

DUFFIELD, R. Cooling interventions for the protection and recovery of exercise performance from exercise-induced heat stress In: MARINO F. E. Thermoregulation and Human Performance. Physiological and Biological Aspects. **Medicine and Sport Science**, v. 53, p.89-103, 2008.

DUFFIELD, R. *et al.* Precooling can prevent the reduction of self-paced exercise intensity in the heat. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 42, n. 3, p. 577-584, 2010.

DUFFIELD, R; MARINO, F E. Effects of pre-cooling procedures on intermittent-sprint exercise performance in warm conditions. **European Journal Physiology**, v. 100, p. 727-735, 2007.

DUFFIELD, R; STEINBACHER, G; FAIRCHILD, T J. The use of mixed-method, part-body pre-cooling procedures for team-sport athletes training in the heat. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 9, p. 2524-2532, 2009.

DRUST, B.; REILLY, T.; CABLE N.T. Physiological responses to laboratory-based soccer-specific intermittent and continuous exercise. **Journal of Sports Science**. v.18(11), p.885-892, 2000.

ENOKA, R. M.; STUART, D. Neurobiology of muscle fatigue. **Journal of Applied Physiology**, v.72, n.5, p.1631-1648, 1992.

ELY, B. *et al.* Evidence against a 40 °C core temperature threshold for fatigue in humans. **Journal of Applied Physiology**. v.107, p.1519-1525, 2009.

ELY, B. *et al.* Aerobic performance is degraded, despite modest hyperthermia, in hot environments. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 42, n. 1, p. 135-41, 2010.

FONSECA, I. A. T. **Avaliação da taxa de sudorese produzida durante um teste de campo progressivo até a fadiga e na aula de educação física**. 2007. 124f. Dissertação (Mestrado em treinamento esportivo) – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

GONZALEZ-ALONSO, J. *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.

HASEGAWA, H. *et al.* Combined effects of pre-cooling and water ingestion on thermoregulation and physical capacity during exercise in a hot environment. **Journal of Sport Sciences**, v. 4, n. 1, p. 3-9, 2006.

HESSEMER, V. *et al.* Effect of slightly lowered body temperatures on endurance performance in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 57, p. 1731-1737, 1984.

HORNERY, D. *et al.* Physiological and performance benefits of halftime cooling. **Journal Science and Medicine in Sports**, v. 8, p. 15-25, 2005.

HSU, A. *et al.* Effects of heat removal through the hand on metabolism and performance during cycling exercise in the heat. **Canadian Journal Applied Physiology**, v. 30, p. 87-104, 2005.

IHSAN, M. *et al.* Beneficial effects of ice ingestion as a precooling strategy on 40-km cycling time-trial performance. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 5, n. 2, p. 140-51, 2010.

Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso: 15 de Setembro de 2012.

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.

JOSEPH, T. *et al.* Perception of fatigue during simulated competition. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 40, n. 2, p. 381-386, 2008.

KAY, D. *et al.* Evidence for neuromuscular fatigue during high-intensity cycling in warm, humid conditions. **European Journal of Applied Physiology**, v. 84, p. 115-121, 2001.

KAY, D.; TAAFFE, D. R.; MARINO, F. E. Whole-body pre-cooling and heat storage during self-paced cycling performance in warm humid conditions. **Journal of Sports Science**, v. 17, p. 937-944, 1999.

KUIPERS, H. *et al.* Variability of aerobic performance in the laboratory and its physiologic correlates. **International Journal of Sports Medicine**. v. 6, p. 197-201, 1985.

LAMBERT, E. V.; ST CLAIR GIBSON, A.; NOAKES, T. D. Complex systems model of fatigue: integrative homeostatic control of peripheral physiological systems during exercise in humans. **British Journal of Sports Medicine**, v. 39, p. 52-62, 2005.

LEE, D. T.; HAYMES, E. M. Exercise duration and thermoregulatory responses after whole body precooling. **Journal Applied Physiology**, v. 79, n. 6, p. 1971-1995, 1995.

LEVELS, K. *et al.*, The effect of skin temperature on performance during a 7.5-km cycling time trial. **European Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 9, p. 3387-3395, 2012.

MARCORA, S. Counterpoint: afferent feedback from fatigued locomotor muscles is not an important determinant of endurance exercise performance. **Journal of Applied Physiology**, v. 108, 2010a.

MARCORA, S. Rebuttal from Marcora on Point: Counterpoint: afferent feedback from fatigued locomotor muscles is not an important determinant of endurance exercise performance. **Journal of Applied Physiology**, v. 108, p. 457, 2010b

MARCORA, S.; STAIANO, W; MANNING, V. Mental fatigue impairs physical performance in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 106, p. 857-864, 2009.

MARCORA, S. Do we really need a central governor to explain brain regulation of exercise performance? **European Journal of Applied Physiology**, v. 104, p. 929-931, 2008.

MARINO, F. Anticipatory regulation and avoidance of catastrophe during exercise induced hyperthermia. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 139, p.561-569, 2004.

MARINO, F. E.; KAY, D.; SERWACH, N. Exercise time to fatigue and the critical limiting temperature: effect of hydration. **Journal of Thermal Biology**, v. 29, n. 1, p.21-29, 2004.

MARINO, F. E. Methods, advantages, and limitations of body cooling for exercise performance. **British Journal of Sports Medicine**, v. 36, p.89-94, 2002.

MARTINI, A. R. P. **Raspar a cabeça não altera a velocidade na corrida de 10 km sob o sol**. 2009. 116f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Esporte) – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

MORAN, D. S.; MENDAL, L. Core temperature measurement: methods and current insights. **Sports Medicine**, v.32, n. 14, p. 879-85, 2002.

MORAES, M. M. **O exercício físico autorregulado, em ambiente quente, não aumenta o estresse oxidativo nem reduz o desempenho**. 2010. 98f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Esporte) – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.

MUNDEL, T. *et al.* Drink temperature influences fluid intake and endurance capacity in men during exercise in a hot, dry environment. **Experimental Physiology**, v. 91, n. 5, p. 925-33, 2006.

NIELSEN, B. Olympics in Atlanta: a fight against physics. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v. 28, p.665–668, 1996.

NIELSEN *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.

NOAKES, T. D.; ST CLAIR GIBSON, A.; LAMBERT, E. V. From catastrophe to complexity: a novel model of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans. **British Journal of Sports Medicine**, v. 39, p. 120-124, 2005.

NOAKES, T. Fatigue is a brain derived emotion that regulates the exercise behavior to ensure the protection of whole body homeostasis. **Frontiers in Physiology**, v. 3, n. 82, p. 1-13, 2012.

OLSCHEWSKI, H.; BRUCK, K. Thermoregulatory, cardiovascular, and muscular factors related to exercise after precooling. **Journal of Applied Physiology**, v. 64, n. 2, p. 803-811, 1988.

QUOD, M. J.; MARTIN, D. T.; LAURSEN, P. B. Cooling athletes before competition in the heat. **Sports Medicine**, v. 36, n. 8, p. 671-682, 2006.

QUOD, M. *et al.* Practical precooling: Effect on cycling time trial performance in warm conditions. **Journal of Sports Science**, v. 26, n. 14, p. 1477-1487, 2008.

REILLY, T.; DRUST, B.; GREGSON, W. Thermoregulation in elite athletes. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, v.9, n.6, p.666-671, 2006.

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

RODRIGUES, L. O. C.; GARCIA, E. S. Fadiga: falha ou mecanismo de proteção? In: GARCIA, E. S.; LEMOS, K. M.; GRECO, P. J. (Org). **Temas Atuais em Educação Física e Esportes III**: 28-48, 1998.

RODRIGUES, L. O. C. *et al.* Heat storage rate and acute fatigue in rats. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 36, n. 1, p. 131-135, 2003.

ROMET, T.T. Mechanism of afterdrop after cold water immersion. **Journal of Applied Physiology**, v. 65, n. 4, p. 1535-8, 1988.

SAMPAIO, I. B. M.: **Estatística aplicada à experimentação animal**. 3. ed., Belo Horizonte, editora FEPMVZ, 2007.

SAWKA, M. *et al.* High skin temperature and hypohydration impair aerobic performance. **Experimental Physiology**, v. 97, n. 3, p. 327-332, 2012.

SCHLADER, Z. *et al.* Exercise modality modulates body temperature regulation during exercise in uncompensable heat stress. **European Journal of Applied Physiology**, v. 111, p. 757-766, 2010.

SCHLADER, Z. *et al.* Skin temperature as a thermal controller of exercise intensity. **European Journal of Applied Physiology**, v. 111, p. 1631-1639, 2011a.

SCHLADER, Z. *et al.* The independent roles of temperature and thermal perception in the control of human thermoregulatory behavior. **Physiology & Behavior**, v. 103, p. 217-224, 2011b.

SCHMIDT, V.; BRUCK, K. Effect of a precooling maneuver on body temperature and exercise performance. **Journal of Applied Physiology: Respiratory Environment Exercise Physiology**, v. 50, n. 4, p. 772-778, 1981.

SIEGEL, R. *et al.* Pre-cooling with ice slurry ingestion leads to similar run times to exhaustion in the heat as cold water immersion. **Journal of Sports Sciences**, v. 30, n. 2, p. 155-65, 2012.

SIEGEL, R.; LAURSEN, P. B. Keeping your cool: possible mechanisms for enhanced exercise performance in the heat with internal cooling methods. **Sports Medicine**, v. 42, n. 2, p. 89-98, 2012.

SKEIN, M. *et al.* Self-paced intermittent-sprint performance and pacing strategies following respective pre-cooling and heating. **European Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 1, p. 253-66, 2012.

SOARES, D. D. *et al.* Intracerebroventricular tryptophan increases heating and heat storage rate in exercising rats. **Pharmacology Biochemistry and Behavior**, v. 78, n. 2, p. 255-261, 2004.

ST CLAIR GIBSON, A.; NOAKES, T. Evidence for complex system integration and dynamic neural regulation of skeletal muscle recruitment during exercise in humans. **British Journal of Sports Medicine**, v. 38, p. 797-806, 2004

ST CLAIR GIBSON, A. *et al.* The role of information processing between the brain and peripheral physiological systems in pacing and perception of effort. **British Journal of Sports Medicine**, v. 38, n. 6, p. 797-806, 2006.

TATTERSON, A. *et al.* Effect of heat stress on physiological responses and exercise performance in elite cyclist. **Journal of Science and Medicine in Sport /Sports Medicine Australia**, v. 3, n. 2, p. 186-93, 2000.

TAYLOR, J. L.; GANDEVIA, S. A comparison of central aspects of fatigue in submaximal and maximal voluntary contractions. **Journal of Applied Physiology**, v.104; p.542-550, 2008.

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.

THOMPSON *et al.* The effect of even, positive and negative pacing on metabolic, kinematic and temporal variables during breast stroke swimming. **European Journal of Applied Physiology**. v.88, p.438-443, 2003.

TUCKER, R. *et al.* Impaired exercise performance in the heat is associated with an anticipatory reduction in skeletal muscle recruitment. **European Journal of Physiology**, v. 448, n. 4, p. 422-30, 2004.

TUCKER, R. *et al.* The rate of heat storage mediates an anticipatory reduction in exercise intensity during cycling at a fixed rating of perceived exertion. **The Journal of Physiology**, v. 573, p.905-915, 2006.

WEGMANN *et al.* Pre-cooling and sports performance: a meta-analytical review. **Sports Medicine**, v. 42, n. 7, p. 545- 564, 2012.

WILSON, T. *et al.* Thermal regulatory responses to submaximal cycling following lower-body cooling in humans. **European Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 1-2, p. 67-75, 2002.

WHITE, A. *et al.* Metabolic, thermoregulatory and perceptual responses during exercise after lower vs. whole body precooling. **Journal of Applied Physiology**, v. 94, n. 3, p. 1039-44, 2003

YEO, Z. *et al.* Ice slurry on outdoor running performance in heat. **International Journal of Sports Medicine**, v. 33, n.11, p. 859-66, 2012.

**APÊNDICE A**  
**Termo de consentimento livre e esclarecido**



Universidade Federal de Minas Gerais  
**Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia  
Ocupacional**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA:

**Efeito do resfriamento corporal pré-exercício no desempenho físico em 30 km de ciclismo de intensidade autorregulada em ambiente quente.**

Convidamos você para ser voluntário do projeto de pesquisa intitulado “*Efeito do resfriamento corporal pré-exercício no desempenho físico em 30 km de ciclismo de intensidade autorregulada em ambiente quente*”. Este documento fornece informações sobre os experimentos, além de informações sobre riscos e benefícios. Nele, seus direitos como participante de um estudo experimental são detalhados. Por favor, leia este documento completamente e pergunte sobre qualquer dúvida relacionada à sua participação no estudo.

O objetivo deste estudo é avaliar o efeito do resfriamento corporal pré-exercício no desempenho físico de 40 km de ciclismo de intensidade autorregulada em ambiente quente.

Você passará, em dias diferentes, por uma sessão de familiarização com o protocolo de exercício físico desta pesquisa e por quatro situações experimentais. Na sessão de familiarização, você fará o mesmo protocolo de exercício a ser realizado na primeira situação experimental: pedalar 30km na maior velocidade possível em sua própria bicicleta que será acoplada sobre um sistema de frenagem eletromagnética.

As situações experimentais serão as seguintes: pedalar 30 km na maior velocidade possível com o resfriamento corporal pré exercício e sem o resfriamento, em um ambiente de 35°C e 24°C.

Nos dias experimentais você chegará ao Laboratório de Fisiologia do Exercício (LAFISE) da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG e será encaminhado para o vestiário para a colocação do sensor de temperatura retal descartável. O sensor de temperatura retal é feito de um material flexível, possui 3,5 mm de diâmetro e deverá ser inserida a cerca de 12 cm do esfíncter anal - distância que virá marcada na sonda. As sondas retais que serão utilizadas nos experimentos serão descartáveis. Em duas situações experimentais, você permanecerá em repouso por aproximadamente uma hora em uma piscina com água a 24°C antes do início do exercício, com o objetivo de causar um efeito de resfriamento no seu corpo antes do início do exercício. Para o registro da temperatura interna, a sonda é conectada a um teletermômetro. Será realizada uma punção venosa antes do resfriamento, antes do exercício e mais duas após o exercício (imediatamente ao fim do exercício e após uma hora do fim). Os procedimentos sanguíneos seguirão as normas da Sociedade Brasileira de Patologia Clínica/Medicina Laboratorial e serão realizadas por pessoas devidamente treinadas. Antes do exercício físico, será entregue para você um recipiente descartável no qual você deve urinar. Será utilizada uma gota de urina para a medida da densidade da sua urina, o que permitirá a nós verificarmos o seu estado de hidratação. Caso você não esteja hidratado, lhe será fornecida água. Após estes procedimentos você será encaminhado para a câmara ambiental, aonde serão realizados os experimentos. Durante o exercício serão medidas as seguintes variáveis: temperatura retal, temperatura timpânica (com um termômetro digital), temperatura da pele no peito, braço, coxa e testa (com um termômetro digital), a frequência cardíaca, velocidade e a cadência de pedalada, sudorese total, conforto térmico e a sua percepção subjetiva do esforço. Durante o exercício, será coletado sangue (30 µL) do lobo da sua orelha a cada 5km para a medida da concentração de lactato.

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.

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

Serão poucos ou nenhum os possíveis benefícios individuais decorrentes de sua participação no estudo. Apesar disto, espera-se que o estudo aumente as informações disponíveis sobre as respostas metabólicas e termorregulatórias em resposta ao resfriamento corporal pré-exercício. Espera-se que estas informações possam ser úteis a diferentes áreas do conhecimento ou atividades profissionais como Fisiologia do Exercício, Educação Física e Medicina do Exercício.

Os riscos deste estudo são relativamente pequenos e estão associados com a prática de exercícios físicos, como o surgimento de lesões músculo-esqueléticas e incômodos causados pela dor durante e após a realização de um exercício com intensidade máxima. Possíveis reações indesejáveis serão monitoradas pela equipe de professores responsáveis pelo estudo.

Você receberá um cartão com a identificação de sua participação no estudo e os nomes e números de telefones dos responsáveis pelo estudo que poderão ser utilizados para qualquer informação complementar sempre que achar necessário. Todas as informações individuais obtidas no estudo estarão disponíveis somente para um número limitado de pessoas diretamente envolvidas com o estudo (professores responsáveis e equipe de avaliação). Sua identidade não será revelada publicamente em hipótese alguma.

Na eventualidade da sua participação neste estudo resultar em algum problema médico, inclusive tratamento de emergência, você receberá assistência da equipe responsável pelo estudo. Entretanto, o estudo não dispõe de recursos para pagamentos de exames complementares ou quaisquer outras despesas médicas ou hospitalares, que deverão ser cobertas por seus próprios recursos ou pelo Sistema Único de Saúde (SUS). Em caso de emergência, o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU / 192) será chamado.

Se você julgar necessária qualquer outra informação antes de dar seu consentimento para participar do estudo, você dispõe de total liberdade para esclarecer as questões que possam surgir durante a pesquisa. Qualquer dúvida, por favor, entre em contato com os pesquisadores responsáveis pelo estudo: Dr. Emerson Silami Garcia, tel. 3409-2350 e André Maia Lima, tel. 3426-3145/ 8867-9766 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; e-mail: *coep@prpq.ufmg.br*. Você poderá se recusar a participar deste estudo e/ou abandoná-lo a qualquer momento, sem precisar se justificar e sem que isso seja motivo de qualquer tipo de constrangimento para você.

Antes de concordar em participar desta pesquisa e assinar este termo, os pesquisadores deverão responder todas as suas dúvidas e, se você concordar em participar do estudo, deve ser entregue uma cópia deste termo para você.

**Eu discuti os riscos e benefícios de minha participação no estudo com os pesquisadores responsáveis. Eu li todo o documento e tive tempo suficiente para considerar minha participação no estudo. Eu perguntei e obtive as respostas para todas as minhas dúvidas. Eu sei que posso me recusar a participar do estudo ou que posso abandoná-lo a qualquer momento, sem qualquer tipo de constrangimento. Eu recebi uma cópia deste documento que foi assinado em duas vias idênticas. Portanto, forneço o meu consentimento para participar dos experimentos do estudo “Efeito do resfriamento corporal pré-exercício no desempenho físico em 30 km de ciclismo de intensidade autorregulada em ambiente quente”.**

Belo Horizonte \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2010

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

Testemunha 1 : \_\_\_\_\_  
Nome:

Testemunha 2 : \_\_\_\_\_  
Nome:

Declaro que, dentro dos limites de meus conhecimentos científicos, expliquei os objetivos e procedimentos dos exames de triagem deste estudo para o voluntário.

\_\_\_\_\_

André Maia Lima  
Mestrando em Ciências do Esporte – EEFPTO/ UFMG

---

Dr. Emerson Silami Garcia  
Professor Titular – EEEFTO/ UFMG

Este estudo foi aprovado pelo Programa de Pós-graduação em Ciências do Esporte da UFMG e pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da UFMG. Qualquer consideração ou reclamação, entre em contato com o COEP /UFMG: Av. Antônio Carlos, 6627. Unidade administrativa II, 20 andar, Sala 2005. Campus Pampulha, Belo Horizonte, MG. CEP 31270 901. Tel.: 3409 4592. E-mail: [coep@prpq.ufmg.br](mailto:coep@prpq.ufmg.br)

## ANEXOS

### ANEXO A

#### Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG



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

Parecer nº. ETIC 0632.0.203.000-10

Interessado(a): **Prof. Emerson Silami Garcia**  
Departamento de Esportes  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia  
Ocupacional

#### DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 23 de março de 2011, o projeto de pesquisa intitulado **"Efeito do resfriamento corporal pré-exercício no desempenho físico em 40 Km de ciclismo de intensidade autorregulada em ambiente quente."** 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.

**Profa. Maria Teresa Marques Amaral**  
Coordenadora do COEP-UFMG

**ANEXO B****Questionário PAR-Q****PAR-Q**

1 - Seu médico já disse que você possui um problema cardíaco e recomendou atividades físicas apenas sob supervisão médica?

Sim     Não

2 - Você tem dor no peito provocada por atividades físicas?

Sim     Não

3 - Você sentiu dor no peito no último mês?

Sim     Não

4 - Você já perdeu a consciência em alguma ocasião ou sofreu alguma queda em virtude de tontura?

Sim     Não

5 - Você tem algum problema ósseo ou articular que poderia agravar-se com a prática de atividades físicas?

Sim     Não

6 - Algum médico já lhe prescreveu medicamento para pressão arterial ou para o coração?

Sim     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?

Sim     Não