

Lucas Leite Lima

Resfriar a cabeça aumenta a velocidade durante a corrida intermitente de intensidade autorregulada sob o sol, em condições fisiológicas semelhantes.

Belo Horizonte
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Universidade Federal de Minas Gerais
2011

Lucas Leite Lima

Resfriar a cabeça aumenta a velocidade durante a corrida intermitente de intensidade autorregulada sob o sol, em condições fisiológicas semelhantes.

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

Orientador: Prof. Dr. Emerson Silami Garcia

Belo Horizonte
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Universidade Federal de Minas Gerais
2011

L732r Lima, Lucas Leite
2011 Resfriar a cabeça aumenta a velocidade durante a corrida intermitente de intensidade autorregulada sob o sol, em condições fisiológicas semelhantes. [manuscrito] / Lucas Leite Lima – 2011.
90 f., enc.: il.

Orientador: Emerson Silami Garcia

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.
Bibliografia: f. 70-77

1. Fadiga - Teses. 2. Stress (Fisiologia) - Teses. 3. Corpo – Temperatura – Regulação - Teses. I. Garcia, Emerson Silami. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 612: 796



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



Dissertação intitulada **“Resfriar a cabeça melhora o desempenho sem alterar o estresse fisiológico durante a corrida de intensidade autorregulada sob o sol”**, de autoria do mestrando **Lucas Leite Lima**, defendida em 27 de maio de 2011, 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
Departamento de Esportes
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Universidade Federal de Minas Gerais

Prof. Dr. Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues
Departamento de Educação Física
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Universidade Federal de Minas Gerais

Prof. Dr. Fabiano Trigueiro Amorim
Departamento de Ciências da Saúde
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Belo Horizonte, 27 de maio de 2011.

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Fisiologia do Exercício da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais (LAFISE/EEFFTO/UFMG), em parceria com o Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET/MG), na vigência dos auxílios concedidos pela Coordenadoria de Apoio de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pela Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG).

AGRADECIMENTOS

Ao povo brasileiro por custear a minha formação desde o ensino fundamental.

Aos voluntários da pesquisa que se dispuseram a realizar um exercício cujo benefício não era para si próprio, mas para a construção da ciência. Obrigado pela boa vontade e compromisso.

Ao professor Dr. Emerson Silami Garcia pelo grande exemplo profissional e acadêmico, pelos ensinamentos, por ter confiado no meu potencial e pelo empenho e dedicação ao LAFISE.

À professora Dra. Danusa Dias Soares, pelo exemplo como pesquisadora e ser humano.

Ao professor Dr. Nilo Resende Viana Lima pelos conhecimentos e contribuições

Ao professor Dr. Luiz Oswaldo C. Rodrigues, que me despertou o interesse pela pesquisa e reforçou meu interesse em fisiologia. Obrigado também pelas importantes contribuições, não apenas para este trabalho, mas em minha formação.

Ao professor Dr. Luciano Salles Prado, pelos ensinamentos.

Ao professor Dr. Fabiano Trigueiro Amorim, por aceitar participar desta banca e pelas importantes contribuições a esse trabalho.

À amiga Renata Lane de Freitas Passos, a quem atribuo importância fundamental na construção desse trabalho, desde a idéia inicial até o processo de conclusão. Com quem pude firmar uma grande parceria na qual meu preocupante excesso de tranqüilidade aliou-se ao seu preocupante excesso de estresse, gerando uma média dentro da normalidade (apesar do grande desvio padrão).

Ao Antônio Júnior pela ajuda nas coletas e pela amizade.

Ao Diogo Pacheco, bolsista de iniciação científica, que me ajudou durante toda a coleta e que se mostrou sempre disposto a ajudar. Obrigado pela amizade também e pela paciência quando sempre te chamei de Diego.

Ao Emerson Rodrigues Pereira pela amizade, conversas e pelo exemplo de perseverança, competência e força de vontade. Foi bom tê-lo como colega de pesquisa. Obrigado também por ajudar e se dispor a ajudar durante minhas coletas.

À Carolina Franco Wilke pela ajuda na coleta.

À Michele Macedo pelas diversas discussões sobre diferentes assuntos e pelo auxílio em minha análise de dados.

Ao doutorando Cristiano Lino Monteiro de Barros, por me aceitar como voluntário de iniciação científica durante seu mestrado, o que foi determinante para minha decisão de seguir a carreira acadêmica. Obrigado também pela amizade e pelos contínuos ensinamentos desde então.

Ao Thiago Teixeira Mendes, por sempre se dispor a ajudar, pela amizade e pelos conhecimentos. Você é um exemplo de dedicação e competência.

À Maria Aparecida (Cida), pela disponibilidade, auxílio nas questões sobre biossegurança e pelas valiosas conversas.

A todos aqueles que me auxiliaram em algum momento desse longo processo do mestrado.

Aos alunos e ex-alunos do prof. Emerson: Marco Aurélio Anunciação de Melo, Christian Emanuel Cabido, Rodrigo Figueiredo Morandi, André Maia Lima (Bob), Guilherme Passos Ramos, Sarah da Glória Teles, Matheus Sacchetto, Lucas Mortmer, Moisés Vieira, Adriano Alves Lima, Daniel Coelho Barbosa, Aline Regina Gomes, Luciano Antonacci Condessa pelas conversas, contribuições, pela ajuda e amizade.

A todos demais membros do LAFISE que certamente contribuíram de alguma forma para este trabalho:

Angelo Martini
Ana Claudia Alves Serafim
Ana Caçado Kunstetter
Débora Romualdo
Diego de Alcântara Borba
Cletiana Gonçalves
Francisco Teixeira Coelho
Ivana Alice Teixeira Fonseca

Luiz Barcellos
Luciana Gonçalves Madeira
Patrícia Rocha
Reinaldo Teles Paulinelli
Roberta Borges La Guardiã
Tatiana Fonseca
Washington Pires
William Coutinho

Às funcionárias do colegiado de pós-graduação da EEFFTO, principalmente à Karen Cruz.

Aos meus pais, José Luiz e Suely pelo amor em todos os momentos, por confiar em minhas escolhas e apoiá-las e pela dedicação e suporte que me permitiram chegar até aqui.

Aos meus irmãos, Mateus Leite Lima e Cristiane Leite Lima e aos meus sobrinhos João Felipe de Souza Lima e Samuel Rosa de Lima, pela alegria e amor.

Aos meus cunhados Carla Cristina de Souza e ao Herbert Loureiro Flister.

À minha noiva Pedrita Gonçalves Silva, pela paciência, companheirismo, amizade e amor durante todos esses anos juntos. Obrigado também pela ajuda durante a coleta de dados e revisão ortográfica deste trabalho. Amo você!

Obrigado a toda a família Gonçalves Silva e agregados: Sra. Neusa Maria G. S. e Sr. José Abílio da Silva; Patrícia G. S. Rabelo, Marco Antônio Rabelo e Bernardo Rabelo; Alexander G. S. e Kênia Matoso; Petrina G. S. e Leandro Martins pelo amor, carinho, amizade e acolhimento.

Aos amigos da graduação Luiz Nicácio, Vitor Profeta, Gabriela Baranowisk e Cinara pela preocupação com meu mestrado e pela grande amizade.

Aos amigos para todos os momentos Alexandre Alcântara, Alexandre Campolina e Erquias Machado, pela diversão e companheirismo.

***Alimente minha mente com algumas idéias reais,
me deixe pensar ao invés de apenas ser ensinado,
e falarei coisas que você nem pode imaginar.
Apenas afaste-se, apenas deixe-me respirar***

MIKE PORTNOY

***Eu pensava que nós seguíamos caminhos já feitos,
mas parece que não os há. O nosso ir faz o caminho.***

C. S. LEWIS

RESUMO

A fadiga é definida como uma diminuição na produção de força ou incapacidade de gerar a força original e pode ser entendida como um mecanismo de proteção à homeostase. Um importante fator para o surgimento da fadiga durante o exercício é o calor ambiente. Alguns estudos demonstram que o resfriamento da cabeça pode reduzir o estresse fisiológico e reduzir a fadiga em situações de exercício de intensidade fixa no calor, porém pouco se sabe sobre os efeitos do resfriamento da cabeça sobre o desempenho durante a corrida de intensidade autorregulada. O objetivo do presente estudo foi verificar o efeito do resfriamento da cabeça no desempenho, no estresse fisiológico e nas respostas termorregulatórias em exercício de intensidade autorregulada sob sol. Para isso participaram do estudo 10 voluntários do sexo masculino, saudáveis e fisicamente ativos (idade 24 ± 2 anos, VO_{2max} $47,0 \pm 3,9$ ml.km⁻¹.min⁻¹, massa corporal $76,3 \pm 6,4$ kg, estatura $180,6 \pm 5,7$ cm, área de superfície corporal $1,96 \pm 0,08$ m², somatório de dobras cutâneas $107 \pm 46,2$ mm). Os voluntários correram um total de 6 km em quatro etapas de 1,5 km com pausas de 3 minutos - na maior velocidade possível - com resfriamento da cabeça ("CRC") ou sem esfriamento da cabeça (grupo controle -"CON"). O resfriamento da cabeça aumentou a velocidade média de corrida em 5,2% sem alterar: índice de estresse fisiológico, variáveis termorregulatórias e percepção subjetiva do esforço. A temperatura média da cabeça foi menor e o conforto térmico melhorado na situação CRC. Além disso, o resfriamento da cabeça também reduziu a frequência cardíaca durante o pré-exercício e durante o exercício como um todo. A sudorese total não diferiu entre as situações, porém a sudorese da testa foi menor na situação CRC. Das regiões medidas (testa, peito, braço e coxa), a sudorese da coxa foi a menor. **Conclusão:** o resfriamento da cabeça foi capaz de melhorar o desempenho durante a corrida intermitente de intensidade autorregulada realizada sob o sol, sem alterar o índice de estresse fisiológico e as principais respostas termorregulatórias.

Palavras-chave: Resfriamento da cabeça. Fadiga. Intensidade autorregulada. Estresse fisiológico. Termorregulação.

ABSTRACT

Fatigue is defined as a decrease in force production or an inability to regenerate the original strength and can be understood as a mechanism of protection against risks to homeostasis. An important factor for the onset of fatigue during exercise is heat environment. Some studies show that cooling the head can reduce the physiological stress and reduce fatigue in situations of fixed intensity exercise in the heat but little is known about the effects of head cooling on performance during the race for self-regulated intensity. The aim of this study was to investigate the effect of cooling the head in performance, physiological stress and thermoregulatory responses in self-paced exercise under the sun. For that participated in the study 10 male volunteers, healthy and physically active (aged 24 ± 2 years, VO_{2max} 47.0 ± 3.9 ml.km⁻¹.min⁻¹, body mass 76.3 ± 6.4 kg, height 180.6 ± 5.7 cm, body surface area 1.96 ± 0.08 m², sum of skinfolds 107 ± 46.2 mm). The volunteers ran a total of 6 km in four steps of 1.5 km with intervals of 3 minutes – as fast as they could - with ("CRC") or without cooling of the head (control group - "CON"). Cooling the head increased the average running speed by 5.2% with no change: of the physiological strain index, thermoregulatory variables and perceived exertion. The average temperature of the head was smaller and the thermal comfort was improved in the CRC. Moreover, the cooling of the head also reduced heart rate during the pre-exercise and during exercise the whole. The total sweating did not differ between situations, but the sweating of the forehead was lower in CRC situation. Of the regions measured (forehead, chest, arm and thigh), sweating thigh was the lowest. **Conclusion:** the cooling of the head was able to improve performance during intermittent running intensity performed self-regulated under the sun, without changing the physiological strain index and thermoregulatory responses.

Keywords: Cooling head. Fatigue. Intensity. Self-paced. Physiological stress. and thermoregulation.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Diagrama dos mecanismos de motivação, fadiga e exaustão	16
FIGURA 2. Ordem dos procedimentos para a coleta	26
FIGURA 3. Touca para o resfriamento da cabeça	30
FIGURA 4. Desenho das situações experimentais	32
FIGURA 5. Procedimento durante a corrida.....	32

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Composição do lanche fornecido para os voluntários	25
TABELA 2. Características da amostra.....	39
TABELA 3. Condições ambientais	39

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. Velocidade de corrida	41
GRÁFICO 2. Índice de estresse fisiológico	42
GRÁFICO 3. Correlação entre V_{corrida} e IEF	42
GRÁFICO 4. Frequência cardíaca.	43
GRÁFICO 5. FC de repouso e delta da FC.....	44
GRÁFICO 6. Temperatura retal.....	44
GRÁFICO 7. Delta da temperatura retal.....	45
GRÁFICO 8. Temperatura auricular.....	45
GRÁFICO 9. Temperatura média da cabeça.	46
GRÁFICO 10. Temperatura média da pele.	47
GRÁFICO 11. Temperatura média corporal.....	47
GRÁFICO 12. Taxa de acúmulo de calor.....	48
GRÁFICO 13. Correlação entre TET_{retal} e V_{corrida}	49
GRÁFICO 14. Taxa de sudorese.	50
GRÁFICO 15. Percepção subjetiva do esforço (valores médios).....	51
GRÁFICO 16. Percepção subjetiva do esforço (últimas voltas)	51
GRÁFICO 17. Correlação entre PSE e IEF.....	52
GRÁFICO 18. Correlação entre PSE e V_{corrida}	52
GRÁFICO 19. Conforto térmico (valores médios).	53
GRÁFICO 20. Conforto térmico (últimas voltas).....	54

LISTA DE ABREVIATURAS

α - Nível de significância

° C - Grau Celsius

ANOVA - Análise de variância

ASC - Área de superfície corporal

bpm - Batimentos por minuto

cm - Centímetros

ΔT_{ret} - Variação da temperatura retal

FC - Frequência cardíaca

FC_{máx} - Frequência cardíaca máxima

IBUTG - Índice de bulbo úmido e temperatura de globo

IEF - índice de estresse fisiológico

GPS - Sistema de posicionamento global

h - Hora

kg - Quilograma

km - Quilômetro

LASER - Amplificação de luz por emissão estimulada de radiação

min - Minuto

ml - Mililitro

mm - Milímetro

PAR-Q - Questionário de Prontidão para atividade Física

r - Coeficiente de correlação

r² - Coeficiente de determinação

t - tempo

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Eslarecido

T_{auricular} - Temperatura auricular

T_{bochecha} - Temperatura da bochecha

T_{braço} - Temperatura do Braço

T_{cabeça} - Temperatura média da cabeça

T_{corpo} - Temperatura média do corpo

T_{coxa} - Temperatura da coxa

T_{globo} - Temperatura de globo

T_{peito} - Temperatura do peito

T_{pele} - Temperatura média da pele

T_{retal} - Temperatura retal

T_{seca} - Temperatura seca

T_{testa} - Temperatura da testa

T_{topo} - Temperatura do topo da cabeça

T_{úmida} - Temperatura úmida

TTE - Tempo total de exercício

V_{corrida} - velocidade de corrida

VO₂ - Consumo de oxigênio

VO_{2máx} - Consumo máximo de oxigênio

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVO	22
3 HIPÓTESE	22
4 MÉTODOS	23
4.1 Cuidados éticos	23
4.2 Amostra	24
4.3 Avaliação do estado de saúde	24
4.4 Orientações fornecidas aos voluntários	24
4.5 Avaliação e familiarização.....	25
4.5.1 Caracterização antropométrica	26
4.5.2 Teste para estimativa da capacidade aeróbica	27
4.5.3 Familiarização	28
4.6 Delineamento experimental	28
4.6.1 Situação experimental.....	28
4.6.2 Protocolo experimental.....	30
4.7 Variáveis medidas e calculadas.....	33
4.7.1 Variáveis ambientais	33
4.7.2 Variáveis de desempenho	34
4.7.3 Variáveis fisiológicas	34
4.7.4 Variáveis subjetivas.....	37
4.8 Análise estatística.....	38
5 RESULTADOS	39
5.1 Amostra	39
5.2 Variáveis de controle	39
5.3 Variáveis de desempenho	40
5.4 Variáveis fisiológicas	41
5.5 Variáveis subjetivas.....	50
6 DISCUSSÃO	55
7 CONCLUSÃO	69
REFERÊNCIAS	70
ANEXOS e APÊNDICES	78

1 INTRODUÇÃO

Segundo St Clair Gibson e Noakes (2004) “a fadiga é usualmente definida como uma diminuição na produção de força ou incapacidade de gerar a força original, na presença de um aumento da percepção de esforço”.

O modelo teórico tradicional postula que a fadiga se desenvolve apenas quando um ou mais sistemas fisiológicos são estressados além de suas capacidades máximas, levando à falha em se manter a tensão (ATKINSON *et al.* 2007). Como exemplos de falhas, podemos citar: a depleção de substratos ou o acúmulo de metabólitos. Suportes para essa teoria vêm principalmente de estudos nos quais a taxa de trabalho é fixa, forçando o voluntário a manter uma dada potência até que não seja mais capaz de sustentá-la.

Um modelo de fadiga em oposição ao modelo de falha é o do “controlador central”. Nele a fadiga ocorre como resultado de uma interação complexa entre sistemas fisiológicos periféricos e o cérebro. Todas as mudanças periféricas agem, por sua vez, como sinais aferentes que modulam processos de controle no cérebro de uma maneira dinâmica, não linear e integrativa (LAMBERT, ST CLAIR GIBSON e NOAKES, 2005). Tal modelo se assemelha ao “modelo dos limites integrados”, problematizado pelo Laboratório de Fisiologia do Exercício da UFMG (LAFISE/UFMG) há mais de uma década no que diz respeito ao entendimento da fadiga (RODRIGUES e SILAMI-GARCIA, 1998; FERREIRA-JÚNIOR, 2009; MORAES, 2010). O modelo dos limites integrados sugere que a motivação para o exercício seria o resultado de uma constante avaliação de seus riscos e benefícios (figura 1).

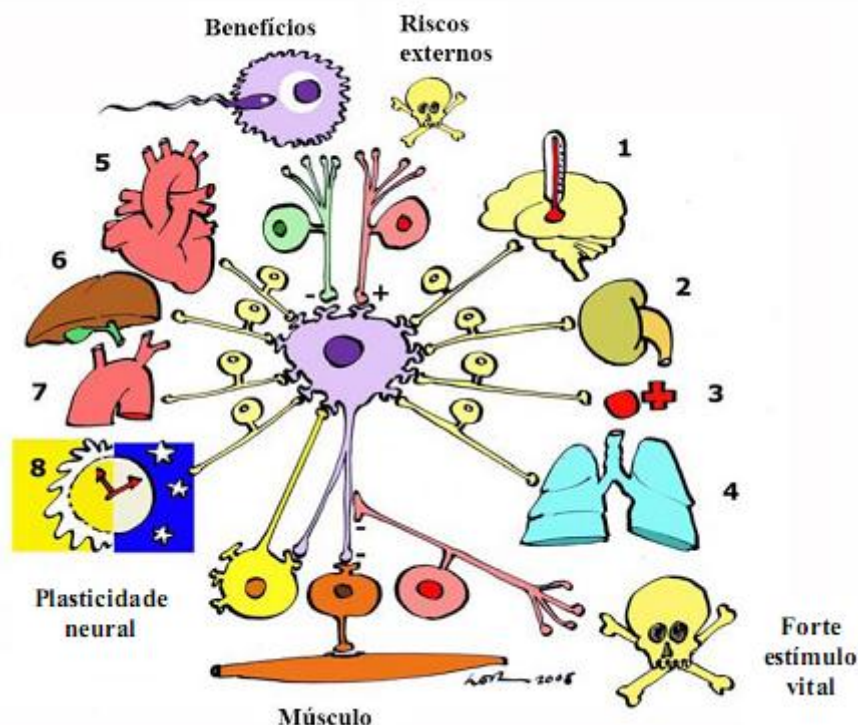


FIGURA 1. Diagrama dos mecanismos da motivação, fadiga e exaustão. A redução da intensidade do exercício ou sua interrupção ocorreria como resultado da ativação neural gerada por uma resposta integrada dos benefícios (metabolismo e reprodução) e riscos (danos, mortes) do exercício contínuo. A ativação neural é modulada pela: 1) taxa de acúmulo de calor, 2) osmolaridade plasmática, 3) concentração de H^+ , 4) disponibilidade de oxigênio, 5) perfusão sanguínea, 6) níveis de armazenamento de carboidrato, 7) níveis de dióxido de carbono, 8) ritmo circadiano. Esta ativação seria continuamente percebida pelo sistema nervoso central para modular a atividade do córtex motor. Um forte estímulo capaz de inibir os mecanismos de fadiga resultaria em exaustão. A plasticidade neural permite a aprendizagem do sistema, aclimação e adaptação às mudanças no ambiente.

Os benefícios advindos do exercício se resumem na obtenção de energia e reprodução. Para ser eficiente, a quantidade de energia obtida durante o exercício – como, por exemplo, durante a caça de uma presa - deve ser suficiente para repor a energia gasta nessa atividade e garantir o processo reprodutivo (MORAES, 2010; FERREIRA-JÚNIOR, 2009).

Os riscos são todos os fatores percebidos pelo sistema nervoso central (SNC) como possíveis causadores de danos ao organismo, que levam o indivíduo a reduzir, interromper ou até mesmo – extrapolando – abster-se do exercício. Tais fatores podem ser entendidos como internos ou externos. O risco interno corresponde às mudanças em diferentes variáveis fisiológicas que o organismo deve manter dentro de uma estreita faixa para a manutenção da vida. São oito as principais variáveis fisiológicas ponderadas pelo SNC (figura 1). Quando

uma ou mais variáveis se deslocam para valores perigosos aumenta-se o risco interno, gerando estímulos no sentido de aumentar a fadiga e reduzir a intensidade do exercício.

Os riscos externos são os fatores do ambiente percebidos como ameaças, que desmotivam a prática do exercício. Esses riscos significam que, naquele contexto, a realização do exercício aumentaria as chances de danos, dor ou sofrimento. Como exemplo, um ambiente quente (risco externo) poderia reduzir a motivação para o exercício se comparado a ambientes temperados (MORAES, 2010; FERREIRA-JÚNIOR, 2009).

Outro exemplo pode ser imaginado na natureza: a luta de um macho com outro pode aumentar as chances de reprodução do primeiro (benefício), o que geraria estímulos a favor da atividade física (luta). Porém, a avaliação sobre as condições de superioridade/inferioridade de força física entre os dois definiria o risco externo desta atividade. Com base nessas informações, o animal decidiria se o risco da luta compensaria os benefícios. Além disso, a plasticidade neural permitiria – com a prática – uma melhor avaliação do balanço entre os riscos e benefícios, levando o animal obter melhores resultados. A plasticidade neural é responsável também pela aclimação e adaptação a novos ambientes (MORAES, 2010; FERREIRA-JÚNIOR, 2009).

O mecanismo de fadiga pode ser inibido em situações em que há um forte estímulo vital, essa inibição pode, todavia, levar o organismo à exaustão. A eminência de danos ao organismo por um fator externo – como ocorre durante a fuga de predadores, por exemplo – pode inibir os mecanismos de fadiga, levando o indivíduo a atingir valores perigosos em uma ou mais variáveis fisiológicas. Nesse contexto, a exaustão é a interrupção involuntária do exercício, causada pela quebra na homeostase (o que ocorre quando a atividade é sustentada além dos limites fisiológicos seguros) (MORAES, 2010; FERREIRA-JÚNIOR, 2009).

A participação relativa de cada um dos sistemas fisiológicos (cardiovascular, concentração de H^+ , taxa de acúmulo de calor...) responde de forma variável

em função da intensidade e duração da atividade. Dessa maneira, a fadiga só é desencadeada caso a resultante das informações de cada sistema indique a possibilidade de risco eminente para o estado estável do organismo. A fadiga aqui é vista como um mecanismo de proteção (RODRIGUES e SILAMI-GARCIA, 1998; LAMBERT, ST CLAIR GIBSON e NOAKES, 2005).

A fadiga como um processo complexo e integrado pode ser mais bem visualizada no exercício de intensidade autorregulada. Existem duas formas de exercício de intensidade autorregulada. A primeira – também conhecida como “exercício contrarrelógio” (MARINO, 2004) - consiste em percorrer uma distância pré-estabelecida em um menor tempo possível. A segunda, menos comum, foi proposta por Tucker *et al.* (2006) e consiste em se realizar um exercício mantendo-se fixo um determinado valor de percepção subjetiva do esforço (*clamp* de PSE) (TUCKER *et al.*, 2006; SCHLADER *et al.*, 2011). Durante o presente trabalho, o termo “*exercício de intensidade autorregulada*” referir-se-á ao exercício contrarrelógio.

Uma vez que esse tipo de exercício se inicia, a seleção da intensidade baseia-se na interpretação das mudanças fisiológicas que ocorrem durante a atividade, junto à experiência prévia e o conhecimento da duração do exercício (RODRIGUES e SILAMI-GARCIA, 1998; ATKINSON *et al.* 2007). Isso permitiria uma estratégia ótima de seleção do ritmo, para que a tarefa seja completada eficientemente, sem que haja prejuízos para os sistemas fisiológicos (ST CLAIR GIBSON e NOAKES, 2004).

Como já citado, um importante risco externo é a temperatura ambiental, pois interfere na dissipação de calor do corpo para o ambiente e, por consequência, em importantes fatores internos - como a taxa de acúmulo de calor e a perfusão sanguínea. Em acordo, a capacidade de se realizar exercício no calor é reduzida. (GALLOWAY e MAUGHAN, 1997; TUCKER *et al.*, 2006).

Alguns autores sugerem que haveria uma temperatura central crítica (40° C aproximadamente) e que, quando atingida ocorreria a fadiga (GONZALEZ-

ALONSO *et al.*, 1999, WALTERS *et al.* 2000). Evidências para essa teoria surgem, mais uma vez, de estudos em que os voluntários realizaram exercício de intensidade fixa até a interrupção voluntária. Nessas condições a interrupção do exercício coincide com um determinado valor de temperatura central (GONZALEZ-ALONSO *et al.*, 1999; WALTERS *et al.*, 2000). Porém, nos exercícios com intensidade autorregulada a fadiga parece não estar associada a uma temperatura central crítica. (TUCKER *et al.*, 2006). Isso faz sentido diante do modelo dos limites integrados e do controlador central, uma vez que: durante o exercício o SNC regularia a intensidade para que nenhum dos sistemas fisiológicos chegasse ao limite.

No exercício de intensidade fixa o voluntário não tem a opção de reduzir a intensidade do exercício. Dessa forma, sua temperatura interna aumenta até que o SNC interrompa o exercício, a fim de se evitar danos ao organismo (GONZALEZ-ALONSO *et al.*, 1999; WALTERS *et al.*, 2000). No exercício de intensidade autorregulada, contudo, o SNC leva em consideração a taxa de acúmulo de calor e reajusta a intensidade do exercício (e a produção de calor), para que seja mantido, evitando, porém, que a temperatura central atinja valores críticos (TUCKER *et al.*, 2006). Dessa forma, a fadiga não se manifestaria apenas quando uma dada temperatura interna fosse atingida, mas principalmente, para se evitar que tais valores críticos se estabeleçam.

Posto isso, o estudo da fadiga - contextualizada com os modelos propostos por Rodrigues e Silami-Garcia (1998); Marino (2004); St Clair Gibson e Noakes (2004) - em exercícios de intensidade autorregulada, parece melhor, devido à capacidade dos seres vivos de antecipar possíveis alterações na homeostase.

Alguns estudos têm demonstrado que o resfriamento da cabeça ou da face é capaz de reduzir a fadiga, amenizar o aumento na PSE e reduzir o estresse fisiológico durante exercícios de intensidade fixa no calor (ANSLEY *et al.*, 2008; ARMADA-DA-SILVA *et al.*, 2004; SIMMONS, MUNDEL e JONES, 2008; MUNDEL *et al.*, 2007; DESRUELLE e CANDAS, 2000). Por exemplo, Ansley *et*

al. (2008) observaram um aumento na ordem de 51% no tempo total de exercício com o resfriamento da cabeça, durante o exercício de intensidade fixa à 75% do consumo máximo de oxigênio. Porém pouco se sabe sobre os efeitos do resfriamento da cabeça durante o exercício de intensidade autorregulada.

No calor, o resfriamento da cabeça gera maiores efeitos tanto fisiológicos quanto sobre o conforto térmico e vem se mostrando mais eficiente para diminuir o estresse térmico do que o resfriamento de outras áreas do corpo (NAKAMURA *et al.*, 2008; COTTER e TAYLOR, 2005; SHVARTZ, 1971; KISSEN, HALL e KLEMM, 1970). Isso talvez ocorra porque o resfriamento da cabeça é capaz de amenizar o aumento da temperatura retal (SIMMONS, MUNDEL e JONES, 2008) devido ao grande fluxo sanguíneo da pele nessa região (WA e MAIBACH, 2010).

Outra possibilidade é que: talvez a temperatura do cérebro seja uma informação de extrema importância para o SNC na regulação da intensidade de exercício. Assim, o resfriamento da cabeça seria importante por amenizar o aumento da temperatura cerebral, sobretudo, durante o exercício em ambientes quentes. O cérebro é responsável por grande parte da produção de calor total do corpo e necessita ser permanentemente resfriado pois é um dos órgãos mais sensíveis ao aumento de temperatura (DEWHIRST, *et al.* 2003; KIYATKIN, 2004, 2005; BERTOLIZIO, MASON e BISSONNETTE, 2011).

Durante situações hipertérmicas o sangue flui para as regiões vasodilatadas na cabeça, onde é resfriado pela evaporação do suor para então, ser direcionado ao interior do cérebro através das veias emissárias, resfriando-o a valores mesmo abaixo da temperatura central (retal ou esofagiana). Este fenômeno é conhecido como resfriamento seletivo cerebral (RSC) (CABANAC, 1986; CAPUTA, 2004). Quando a temperatura corporal aumenta durante o exercício e/ou durante o estresse do calor ambiental, o tempo de permanência nesse ambiente quente poderia ser prolongado caso a temperatura cerebral se

mantivesse em níveis mais baixos, como decorrência de RSC (CABANAC, 1986).

Assim, o resfriamento da cabeça poderia melhorar o desempenho e reduzir o estresse fisiológico durante o exercício de intensidade autorregulada, já que pode auxiliar o resfriamento cerebral e/ou amenizar o aumento da temperatura interna.

2 OBJETIVO

O objetivo do presente estudo foi verificar o efeito do resfriamento da cabeça no desempenho, no índice de estresse fisiológico e nas respostas termorregulatórias em exercício intermitente de intensidade autorregulada sob o sol.

3 HIPÓTESES

As hipóteses testadas foram as seguintes:

H₀: O resfriamento da cabeça não provoca alterações nas variáveis de desempenho, índice de estresse fisiológico e respostas termorregulatórias no exercício intermitente de intensidade autorregulada realizado sob o sol.

H₁: O resfriamento da cabeça provoca alterações nas variáveis de desempenho, índice de estresse fisiológico e respostas termorregulatórias no exercício intermitente de intensidade autorregulada realizado sob o sol.

4 MÉTODOS

4.1 Cuidados Éticos

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (ETIC 0498.0.203.000-09) (ANEXOS I e II); tendo os procedimentos realizados respeitado as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional da Saúde (Resolução 196/96) envolvendo pesquisas com seres humanos.

Mediante o aceite para participar do estudo os voluntários foram informados – oralmente e por escrito – acerca dos objetivos, procedimentos utilizados e possíveis riscos relacionados ao experimento. Após tais esclarecimentos foi obtido o consentimento por escrito para participar do estudo (APÊNDICE I). Todos os voluntários estavam cientes de que poderiam, a qualquer momento, abandonar o estudo sem constrangimento ou necessidade de justificar os motivos da sua desistência.

Além disso, os dados coletados durante a realização desse projeto são destinados apenas para fins de pesquisa e, com intuito de preservar a privacidade dos voluntários, somente os pesquisadores envolvidos neste estudo tiveram acesso às informações pessoais que os identificam. Tal informação foi repassada aos voluntários no momento do esclarecimento.

A coleta de dados foi realizada no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET–MG) em Belo Horizonte. A esterilização dos equipamentos se deu no Laboratório de Fisiologia do Exercício da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais (EEFFTO/UFMG).

4.2 Amostra

A amostra foi composta por 10 homens. O n foi determinado a partir de um cálculo amostral, segundo a equação proposta por Sampaio (2007). Para o cálculo foram utilizados os valores da variável mais instável - velocidade de corrida – observados em um estudo cujo protocolo experimental se assemelha ao do presente estudo de Ferreira-Júnior (2009).

Os critérios de inclusão foram os seguintes: ter idade entre 18 e 29 anos, ser fisicamente ativo - segundo o questionário para quantificação da atividade física cotidiana (Anexo IV) - não possuir doenças crônicas ou agudas. Todos os voluntários possuíam cabelo curto (máximo 3 cm aproximadamente). Essa padronização foi adotada uma vez que o cabelo pode influenciar algumas respostas termorregulatórias durante o exercício realizado sob o sol (COELHO *et al.* 2010).

4.3 Avaliação do estado de saúde

Foram considerados aptos para a prática de exercícios físicos aqueles que responderam “não” para todas as perguntas do questionário de risco para atividade física – PAR-Q (THOMAS *et al.*, 1992) (ANEXO III). Após tal avaliação, foi obtido o consentimento por escrito individual para a participação da segunda fase do estudo (APÊNDICE II).

4.4 Orientações fornecidas aos voluntários

Cada voluntário foi orientado, por escrito e verbalmente, a: 1) 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; 2)

abster-se da ingestão de álcool ou cafeína e da prática de exercício extenuante - especialmente com ênfase nos membros inferiores - 24 horas antes de qualquer uma das sessões de coleta de dados; 3) fazer o registro alimentar (APÊNDICE III) durante as 24 horas anteriores ao dia da primeira situação experimental; 4) Tentar reproduzir durante as 24 horas anteriores ao dia da segunda situação experimental, a dieta do primeiro registro alimentar; 5) ingerir 500 mL de água 2 horas antes dos experimentos.

4.5 Avaliação e Familiarização

Com um mínimo de três dias anteriores ao início da primeira situação experimental foi realizada a avaliação física, bem como a familiarização. A rotina foi: a caracterização da amostra com um teste para estimativa do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) e a familiarização da corrida de 6 km em intensidade autorregulada, separados por um descanso de 40 minutos. No descanso foi fornecido aos voluntários um lanche, elaborado por nutricionista (tabela 1) – composto por um suco industrializado, biscoito de água e sal e de maisena – e os voluntários preenchem o questionário para a quantificação da atividade física cotidiana (ANEXO IV). Na figura 2 está representada a ordem dos procedimentos.

TABELA 1. Composição do lanche fornecido para os voluntários

Alimento	Quantidade	Energia (kcal)	Carboidratos (g)	Proteína (g)	Lipídeos (g)
Biscoito tipo “maisena”	6 unidades	131	22	2,8	5,2
Biscoito água e sal	6 unidades	130	21	3,7	4,9
Suco	200 mL	126	31	0	0
Total		387	74 (81,68%)	6,5 (7,17%)	10,1 (11,15%)

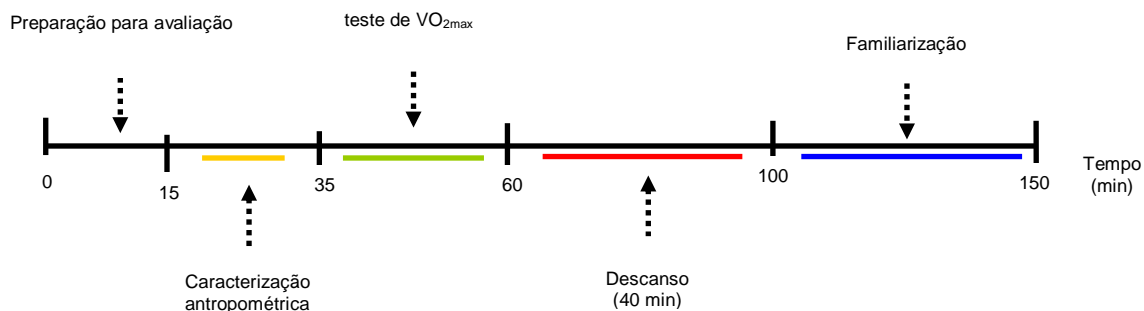


FIGURA 2 – Representação da ordem dos procedimentos prévios à coleta de dados

4.5.1 Caracterização Antropométrica

Medida da massa corporal

A massa corporal (kg) foi medida utilizando-se uma balança digital (Filizola® - MF-100) com precisão de 0,02 kg, previamente calibrada. Os voluntários foram pesados nus.

Estatuta

A estatura (cm) foi medida com os voluntários descalços utilizando um estadiômetro acoplado a uma balança (Filizola®), com precisão de 0,5 cm.

Composição corporal

A avaliação da composição corporal foi obtida pelo somatório das espessuras das dobras cutâneas: subescapular, tricipital, bicipital, peitoral, subaxilar, supra-ílica, abdominais, da coxa e da perna. As dobras foram obtidas com a utilização de um plicômetro (Lange®), com precisão de 0,5mm.

Área de superfície corporal

A partir dos dados de estatura e massa corporal, a área de superfície corporal (ASC) foi calculada de acordo com a Equação 1 de Dubois e Dubois (1916):

Equação (1): $ASC = 0,007184 \times (\text{massa corporal em kg})^{0,425} \times (\text{estatura em cm})^{0,725}$

4.5.2 Teste para estimativa da capacidade aeróbica

Após a caracterização antropométrica os voluntários realizaram um teste para a estimativa do $VO_{2\text{máx}}$. Foi utilizado teste de campo de acordo com o protocolo de Margaria (1976): os voluntários foram orientados a percorrer a distância de 1.500m no menor tempo possível. O $VO_{2\text{máx}}$ foi estimado pela seguinte equação:

Equação (2): $m = 5 (VO_2 - 6) \cdot t + 5 \cdot VO_2$

onde m corresponde à distância em metros, t ao tempo em minutos em que os voluntários percorreram a distância determinada e VO_2 à capacidade aeróbica máxima alcançada no teste.

Para o teste os voluntários vestiram short, meias e tênis. Um cardiofrequencímetro foi colocado abaixo do peitoral e os voluntários permaneceram sentados numa cadeira por 5 minutos para que as medidas de repouso fossem anotadas. A frequência cardíaca foi registrada a cada 20 segundos.

Os pesquisadores e os voluntários foram alertados para interromper o teste caso os voluntários apresentassem sintomas anormais, tais como sensação de tontura, confusão, descoordenação dos movimentos, palidez, cianose e náusea. Após o teste, os voluntários continuaram caminhando por 2 minutos, a seguir permaneceram sentados por 40 minutos dentro de uma sala com dois ventiladores, onde foi fornecido o lanche. Após o intervalo, os voluntários retornaram para a pista de atletismo e realizaram a familiarização.

4.5.3 Familiarização

Os voluntários foram familiarizados com a tarefa - 6 km de corrida em uma pista de atletismo de 300m - e orientados a desenvolvendo a maior velocidade possível na distância pré-determinada. A cada 1,5 km os voluntários realizavam um descanso de 3 minutos. Os critérios para interrupção do exercício foram os mesmos adotados para o teste de esforço para estimativa da capacidade aeróbica.

4.6 *Delineamento experimental*

Entre a situação de familiarização, primeira situação experimental e segunda situação experimental foram transcorridas um mínimo de 72 horas.

4.6.1 Situação experimental

Os voluntários foram submetidos a duas situações experimentais: correr 6 km em intensidade autorregulada sob o sol com resfriamento da cabeça (CRC) e sem resfriamento da cabeça (CON - controle).

Bolsas térmicas (Mercur BCO130P - 15 x 13 cm, 195g) foram utilizadas para resfriar a cabeça dos voluntários na situação CRC, de forma semelhante ao descrito por Simmons, Mundel e Jones (2008). Para padronizar o tempo necessário para a colocação das bolsas de gelo, resfriamento ocorreu durante os 5 minutos de pré-exercício para todos os voluntários e durante o exercício, efetivamente. As bolsas de gelo em gel foram colocadas dentro de sacos de algodão e então, afixadas à cabeça através de uma touca de algodão - confeccionada para o presente estudo - ajustável por velcros (Figura 2A e 2B).

A touca consistia em duas faixas (horizontal de 60 x 9 cm e superior de 35 x 9 cm) de tecido de algodão ajustável por velcro. A faixa horizontal permitia ajuste da circunferência na porção posterior (figura 2D); em sua face interna estava costurada - de forma centralizada - uma fita da parte fêmea do velcro - onde eram afixados os sacos de tecido de algodão contendo as bolsas de gel. A faixa superior, da mesma largura, passava por cima da cabeça de um lado ao outro da faixa horizontal. Esta segunda faixa era costurada a uma das laterais da faixa horizontal e presa à outra lateral por velcro, permitindo o ajuste da altura da touca (figura 2C). Na parte interior havia um pedaço fêmea do velcro onde era afixado o saco de algodão contendo a bolsa de gelo em gel, na região do topo da cabeça.

As regiões de fixação das bolsas de gelo em gel foram as seguintes: testa, têmpora direita e têmpora esquerda na faixa horizontal e topo da cabeça na faixa superior.

Os sacos de algodão eram do tamanho exato das bolsas de gelo e serviam para se evitar o contato direto do gelo com a pele e para afixar as bolsas à touca. Esses sacos possuíam uma tira da parte macho do velcro - presa longitudinal e centralmente - permitindo que fossem destacados e presos à touca, facilitando sua substituição. No momento da troca, os sacos de algodão eram retirados e outros sacos de algodão, contendo uma bolsa de gelo nova, eram afixados.

As bolsas de gelo eram trocadas em todas as pausas entre as séries de 1,5 km de corrida, e após os 5 minutos de pré-exercício. A mesma touca foi adotada para o grupo CON, porém com as bolsas térmicas em temperatura ambiente.

A temperatura do gelo era de aproximadamente -4° C. Em um estudo piloto foi observado que esta temperatura não provocou efeitos adversos (desconforto ou dor). Os gelos ficavam no congelador, previamente regulado à aproximadamente -6° C, até o momento da corrida, quando então as bolsas eram colocadas em uma caixa de isopor e levadas à pista, onde a caixa ficava sob a sombra.

Figura 3: Touca para o resfriamento da cabeça



FIGURA 3: Touca utilizada para o resfriamento da cabeça. A = face interna da touca e saco contendo a bolsa de gelo em gel ; B = sacos afixados à parte interna da touca ; C = ajuste da altura pelo velcro lateral ; D = ajuste horizontal por velcros.

Antes de serem colocadas nos voluntários, a temperatura das bolsas de gelo foram medidas, para controle, por meio de um termômetro de infravermelho (FLUKE, 566).

4.6.2 Protocolo experimental

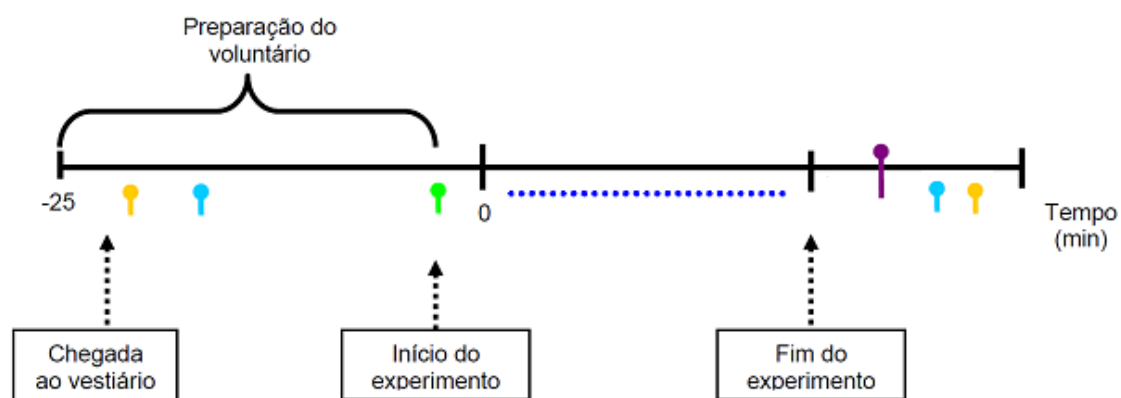
Ao chegar no local da coleta o voluntário era questionado quanto ao cumprimento das orientações fornecidas e, caso a resposta fosse positiva, dava-se prosseguimento aos procedimentos.

Os voluntários foram encaminhados ao vestiário para troca de roupa - utilizaram a mesma vestimenta do teste para estimativa do $VO_{2máx}$ - coleta de urina, pesagem e inserção da sonda retal. Nas áreas pilíferas em que seriam mensuradas as taxas de sudorese local os pêlos foram removido com uma lâmina de barbear e em seguida feito a limpeza da pele com lenços umedecidos com álcool. Após os procedimentos citados acima, foi feita a demarcação dos locais para medida das temperaturas.

Depois da realização dos procedimentos no vestiário, os voluntários foram para pista de atletismo e um cardiofrequencímetro foi colocado abaixo do peitoral. Após a detecção do satélite pelo sistema de posicionamento global (GPS), integrado ao relógio do monitor cardíaco, os voluntários colocavam a touca segundo seu tratamento e permaneciam sentados numa cadeira - sob a radiação solar - por 5 minutos, para que as medidas pré-exercício fossem registradas.

Os voluntários correram 6 km sob radiação solar em um trajeto pré-determinado em uma pista de 300 metros (20 voltas). A distância foi dividida em 4 séries de 1,5 km (5 voltas) com intervalo de 3 minutos, para que fossem realizadas as medidas necessárias entre as séries e para que o gelo fosse trocado na situação CRC. Durante toda a situação experimental foi permitida a ingestão de água *ad libitum*. Os voluntários foram instruídos a correr na maior velocidade possível durante todo o experimento.

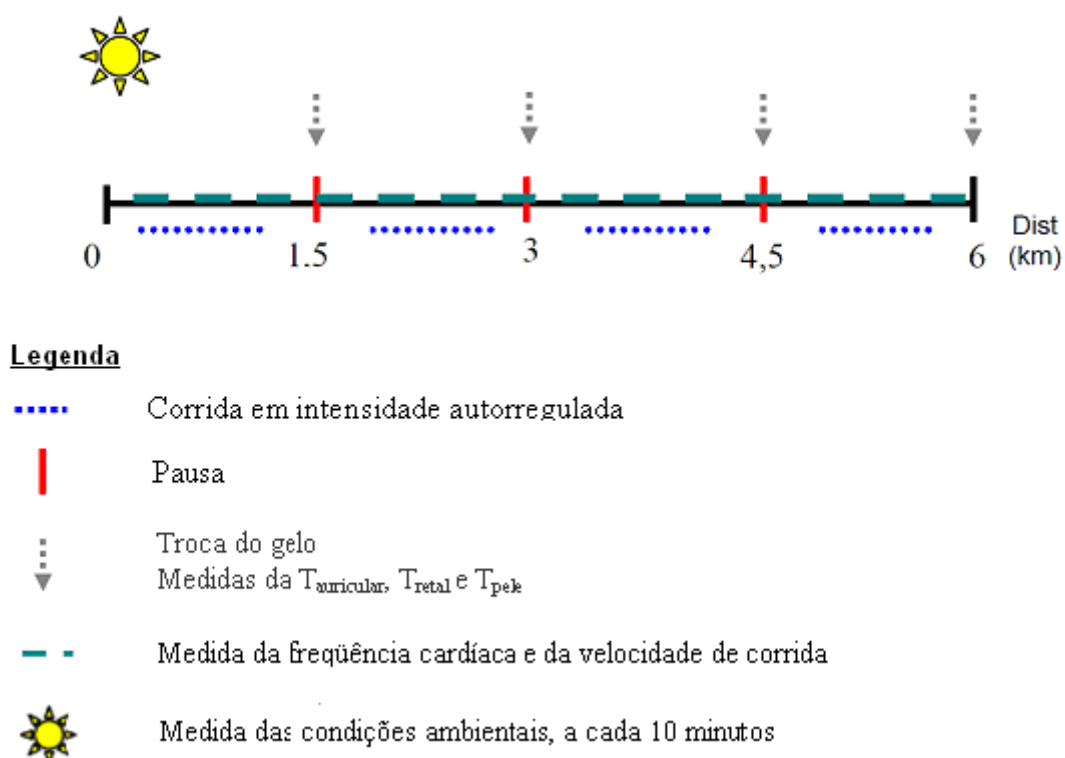
Durante o experimento a velocidade de corrida foi registrada por um GPS a cada 20 segundos. A temperatura retal, auricular e as temperaturas da pele (testa, peito, braço, coxa) foram coletadas a cada 1,5 km durante as pausas de 3 minutos. A frequência cardíaca (FC) foi registrada por um cardiofrequencímetro, a cada 20 segundos.



Legenda

- Análise da densidade urinária
- Pesagem
- Coleta dos dados de repouso
- 6 km de corrida em intensidade autorregulada
- Retirada dos papéis filtro

FIGURA 4 – Desenho das situações experimentais



Legenda

- Corrida em intensidade autorregulada
- Pausa
- Troca do gelo
Medidas da $T_{\text{auricular}}$, T_{retal} e T_{pele}
- Medida da frequência cardíaca e da velocidade de corrida
- Medida das condições ambientais, a cada 10 minutos

FIGURA 5 – Desenho experimental durante a corrida de intensidade autorregulada

4.7 Variáveis medidas e calculadas

4.7.1 Variáveis ambientais

Durante os experimentos, as variáveis ambientais foram medidas a cada 10 minutos. Todos os experimentos tiveram início por volta das 12:00 horas para aproveitar o horário de maior radiação solar e minimizar diferenças nas variáveis pelos efeitos do ciclo circadiano. A coleta somente era realizada se o tempo estivesse com pouca ou nem nenhuma nuvem. Para que ambos os tratamentos fossem submetidos às mesmas condições ambientais, sempre dois voluntários corriam ao mesmo tempo, sendo um do grupo CON e outro do grupo CRC.

Temperatura ambiente

As temperaturas seca (T_{seca}), úmida ($T_{úmida}$), de globo (T_{globo}) foram medidas através do aparelho Medidor de Estresse Térmico (TGD 200) e o Índice de Bulbo Úmido e Temperatura de Globo (IBUTG) foi calculado de acordo com a equação:

$$\text{Equação (3) IBUTG} = 0,7(T_{úmida}) + 0,1(T_{seca}) + 0,2(T_{globo})$$

Velocidade do vento

A velocidade do vento foi medida por um anemômetro (Turbo MeterTM/ Davis Instruments).

4.7.2 Variável de desempenho

Velocidade da corrida

A velocidade da corrida (V_{corrida}) foi medida por um GPS (Garmin Forerunner 405), e registrada a cada 20s.

4.7.3 Variáveis fisiológicas

Frequência cardíaca

A frequência cardíaca foi medida e registrada por um cardiofrequencímetro (Garmin Forerunner 405) a cada 20 segundos durante todo o experimento.

Temperatura interna

Como indicador da temperatura interna foi registrada a temperatura retal (T_{retal}) e auricular ($T_{\text{auricular}}$). A temperatura retal foi medida através de um sensor retal não descartável (*Yellow Spring Instruments, series 400 EUA*; precisão: $0,1^{\circ}\text{C}$), esterilizada por método químico e inserida, pelo próprio voluntário, 12 cm além do esfíncter anal. O voluntário corria com o sensor de temperatura retal. No intervalo, a cada 1,5 km e no final dos 6 km, o registro era realizado.

A temperatura auricular foi medida no início do teste, no término de cada 1,5 km, e no final dos 6 km, utilizando um termômetro infravermelho (G-TECH, modelo IR1DB1).

Temperatura da pele (T_{pele})

As temperaturas da testa (T_{testa}), do peito (T_{peito}), do braço ($T_{\text{braço}}$), da coxa (T_{coxa}), do topo da cabeça (T_{topo}) e da bochecha (T_{bochecha}) foram medidas através de um termômetro infravermelho (FLUKE, 566) com mira LASER, 5 minutos antes do início da corrida, ao término de cada 1,5 km e no final dos 6 km. As medidas da temperatura da pele foram feitas sempre nos mesmos

locais tendo como referência uma marcação que foi realizada com uma caneta para retroprojektor (PILOT 2 mm). O termômetro infravermelho era posicionado perpendicularmente e à aproximadamente 20 cm da pele. A temperatura média da pele (T_{pele}) foi calculada pela equação proposta por Roberts *et al.* (1977):

$$\text{Equação (4): } T_{pele} = (T_{peito} \cdot 0,43) + (T_{braço} \cdot 0,25) + (T_{coxa} \cdot 0,32)$$

Temperatura média da cabeça ($T_{cabeça}$)

A temperatura média da cabeça foi calculada de acordo com a equação de Nybo *et al.* (2002):

$$\text{Equação (5): } T_{cabeça} = (T_{testa} + T_{topo} + T_{bochecha}) / 3$$

Temperatura média do corpo (T_{corpo})

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

$$\text{Equação (6): } T_{corpo} = (0,8 \cdot T_{retal}) + (0,2 \cdot T_{pele})$$

Taxa de acúmulo de calor

A taxa de acúmulo de calor (TAC) foi calculada segundo Nielsen (1996).

$$\text{Equação (7): } TAC = 3480 \cdot (m \cdot \Delta T_{corpo} \cdot t^{-1}) \cdot ASC^{-1}$$

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

Índice de estresse fisiológico (IEF)

O estresse fisiológico durante o exercício foi avaliado utilizando-se o índice de estresse fisiológico (IEF) que foi calculado com a fórmula de Schlader *et al.* (2010).

Equação (8):

$$IEF = 5.(T_{\text{retal } f} - T_{\text{retal } i}). (40^{\circ}\text{C} - T_{\text{retal } i})^{-1} + 5 (FC_f - FC_i).(FC_{\text{máx}} - FC_i)^{-1}$$

Onde $T_{\text{retal } f}$ e FC_f são medidas da temperatura retal e da frequência cardíaca registradas no final do exercício, $T_{\text{retal } i}$ e FC_i são os valores da temperatura retal e da frequência cardíaca de repouso e $FC_{\text{máx}}$ é a frequência cardíaca máxima (em $\text{b}\cdot\text{min}^{-1}$) obtida no teste de $\text{VO}_{2\text{máx}}$.

Taxa de elevação da temperatura retal (TET_{retal})

A taxa de elevação da temperatura retal foi determinada pela razão entre a variação da temperatura retal e o tempo de exercício (SCHLADER *et al.*, 2011).

Equação (9): $TET_{\text{retal}} = \Delta T_{\text{retal}} \cdot \text{min}^{-1} \cdot 100$

Taxa de sudorese total

Os voluntários foram pesados nus antes e após a realização do exercício. A taxa de sudorese total foi calculada pela diferença na massa corporal, relativizada pela área de superfície corporal e dividida pelo tempo do exercício. Os voluntários foram devidamente secos com papéis toalha e a sudorese foi corrigida pela ingestão de água ocorrida durante o experimento.

Taxa de sudorese local

A sudorese local foi medida nas regiões da testa (centro da testa), peito, braço e coxa por meio da técnica do papel filtro (VIMIEIRO-GOMES *et al.*, 2005). As regiões foram raspadas e higienizadas com álcool 70%. Papéis absorventes com 4 cm^2 ($2 \times 2 \text{ cm}$; J Prolab, gramatura 250) previamente pesados (Mettler, modelo AB 204) foram colocados em contato com a pele, e para evitar que o suor evapore, os papéis foram cobertos com plástico $6,25 \text{ cm}^2$ ($2,5 \times 2,5 \text{ cm}$) e fixados à pele por meio de fita cirúrgica impermeável (TransporeTM, 3M). A taxa de sudorese local foi calculada pela diferença no peso dos papéis absorventes dividida pela área dos mesmos e pelo tempo de contato deles com a pele.

Gravidade específica da urina

A gravidade específica da urina foi medida antes e após os experimentos para confirmar se os voluntários iniciaram e terminaram os exercícios hidratados (ARMSTRONG, 2000). Os voluntários foram orientados a urinar em um copo descartável e a gravidade específica da urina foi medida por um refratômetro portátil (Uridens[®]) devidamente calibrado.

Ingestão de água

Foi permitida aos voluntários a ingestão de água *ad libitum* durante a toda a situação experimental. A água foi fornecida em uma garrafa descartável de 500 mL e ficava à sombra durante o exercício, perto do local da pausa. Caso o voluntário desejasse água durante a corrida, um pesquisador levava a garrafa de água até o voluntário e depois recolocava à sombra. O volume de água ingerido foi medido para posterior cálculo da sudorese total. A água oferecida aos voluntários estava à temperatura ambiente (aproximadamente 27° C).

4.7.4 Variáveis subjetivas

Percepção subjetiva do esforço

A percepção subjetiva do esforço (PSE) foi avaliada a cada volta, utilizando a escala de Borg (BORG, 1982). Para a análise da PSE em cada série de 1,5km foi utilizado os valores médios de cada volta da referida série.

Conforto térmico

O conforto térmico (CT) foi medido a cada volta por meio de uma escala de 7 pontos, onde 0 é a situação confortável, +3 é a situação em que o voluntário se sente muito desconfortável ao calor e -3 muito desconfortável ao frio (FONSECA, 2007). Para a análise do CT em cada série de 1,5km foi utilizado os valores médios de cada volta da referida série.

4.8 Análise estatística

Inicialmente, foi verificada a normalidade de distribuição dos dados através do teste de *Ryan-Joiner*. Como as variáveis de natureza contínua apresentaram uma distribuição normal a elas foram aplicados métodos de análise paramétrica.

Foi utilizada a análise de variância com um fator de variação (ANOVA *one way*) e medidas repetidas para dados das variáveis ambientais. Nas comparações entre os tratamentos ao longo do tempo, foi utilizada uma análise de variância com dois fatores de variação (ANOVA *two way*) e medidas repetidas. Em caso de um valor significativo de *F*, foi aplicado o teste *post-hoc* adequado ao coeficiente de variação (CV) da variável. O teste de *Tuckey* foi utilizado quando o CV era menor do que 15%. O teste de *Student Newman Keuls* foi utilizado como *post-hoc* para determinar o local da diferença quando o coeficiente de variação da variável fosse maior que 15% e menor que 30% e caso fosse maior que 30% foi utilizado o *post-hoc* de *Duncan* (SAMPAIO, 2007).

Para as análises de PSE e CT foi utilizado o teste de *Friedman* (para comparações intragrupo) e *Wilcoxon* (para comparações intergrupos).

As comparações entre duas médias foram feitas através do teste *T* de *Student*. Para a verificação da associação entre variáveis foi utilizada a correlação de *Pearson*.

Os dados estão apresentados como média \pm erro padrão da média, exceto os dados de características da amostra (tabela 1) em que os dados estão apresentados como média \pm desvio padrão e os dados de PSE e CT, apresentados como mediana. O nível de significância adotado foi $\alpha=5\%$.

5 RESULTADOS

5.1 Amostra

A tabela 2 mostra os valores médios das características antropométricas e de capacidade aeróbica dos 10 voluntários.

TABELA 2. Características da amostra

Idade (anos)	VO _{2max} (mlO ₂ .kg ⁻¹ .min ⁻¹)	Massa corporal (kg)	Estatura (cm)	ASC (m ²)	Σ DC (mm)
24 ± 2	47,0 ± 3,9	76,3 ± 6,4	179,6 ± 5,9	1,95 ± 0,09	107 ± 46,2

Dados apresentados como média ± dp.

5.2 Variáveis de controle

Variáveis ambientais

O tempo estava ensolarado com pouca ou nenhuma nuvem em todos os dias de coleta. Os valores médios da velocidade do ar (vento) e das temperaturas ambientais (IBUTG, T_{seca}, T_{úmida} e T_{globo}) ao longo do experimento, estão apresentados na tabela 3. Em todos os dias experimentais dois voluntários – um de cada grupo experimental – se exercitaram simultaneamente, por isso não há diferenças entre os grupos.

TABELA 3. Condições ambientais

	<u>Tempo (min)</u>					
	0	10	20	30	40	50
IBUTG (° C)	25,8 ± 0,3	26,3 ± 0,5	25,9 ± 0,5	25,9 ± 0,4	26,8 ± 0,3	27,1 ± 0,5
Túmida (° C)	20,1 ± 0,4	20,1 ± 0,4	19,9 ± 0,4	19,8 ± 0,3	20,2 ± 0,4	20,1 ± 0,5
Tglobo (° C)	42,2 ± 1,0	43,7 ± 0,8	42,7 ± 1,1	42,9 ± 0,8	43,4 ± 0,8	43,4 ± 1,2
Tseca (° C)	31,2 ± 0,6	31,6 ± 0,7	31,6 ± 0,7	31,4 ± 0,6	32,3 ± 0,7	32,8 ± 1,0 ^a
Vento (m/s)	0,5 ± 0,1	0,7 ± 0,1	0,5 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,2 ± 0,1 ^b	0,4 ± 0,2

TABELA 2: condições ambientais longo do tempo. Dados apresentados como média ± EP, a = diferença em relação ao minuto 0; b = diferença em relação ao minuto 10. p<0,05.

Temperatura das bolsas de gel

A temperatura média das bolsas de gel foi de $-4,2 \pm 0,6^{\circ}$ C no grupo CRC e de $32,3 \pm 0,7^{\circ}$ C no grupo CON.

Estado de hidratação e ingestão de água

Todos os voluntários iniciaram e terminaram todos os testes euidratados (densidade urinária < 1.030). A ingestão de água não foi diferente entre os grupos experimentais (CON = $0,68 \pm 0,07$ L; CRC = $0,63 \pm 0,07$ L)

5.3 Variável de desempenho

Velocidade de corrida

O gráfico 1 mostra a velocidade média de corrida durante as quatro séries de 1,5 km, bem como a velocidade média do percurso completo de 6 km. A velocidade foi maior no grupo CRC em relação ao CON na terceira (CRC = $11,8 \pm 0,6$ km/h; CON = $11,1 \pm 0,7$ km/h, $p = 0,04$) e quarta séries (CRC = $11,9 \pm 0,7$ km/h; CON = $11,0 \pm 1,0$ km/h, $p = 0,03$), bem como no conjunto das séries (CRC = $12,1 \pm 0,6$ km/h; CON = $11,5 \pm 0,7$ km/h, $p = 0,03$). No CON houve diferença entre a primeira e terceira séries (1° série = $12,5 \pm 0,4$ km/h; 3° série = $11,1 \pm 0,7$, $p < 0,01$) e entre a primeira e quarta séries (1° série = $12,5 \pm 0,4$ km/h; 4° série = $11,0 \pm 1,0$, $p = 0,01$).

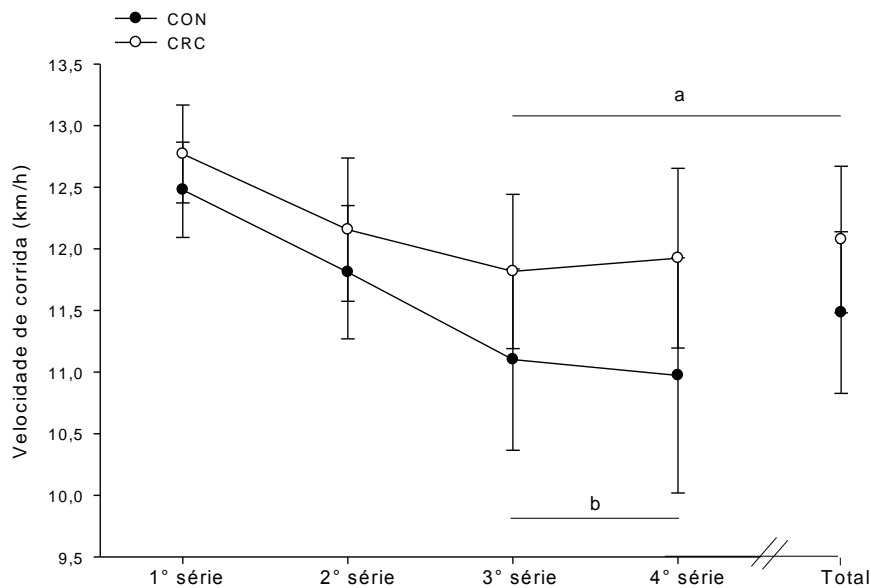


GRÁFICO 1: velocidade média de corrida para o grupo CON e CRC em cada uma das séries e no exercício completo (total). Os valores estão expressos como média \pm EP. a = diferença em relação ao grupo controle ; b = diferença em relação à 1ª série.

5.4 Variáveis fisiológicas

Índice de estresse fisiológico

O tratamento não alterou o IEF em nenhuma das 4 séries avaliadas. Em relação às séries, o IEF aumentou continuamente ao longo do exercício ($p < 0,001$) exceto na comparação entre 3ª e 4ª séries ($p = 0,79$). Os dados de IEF estão expressos no gráfico 2.

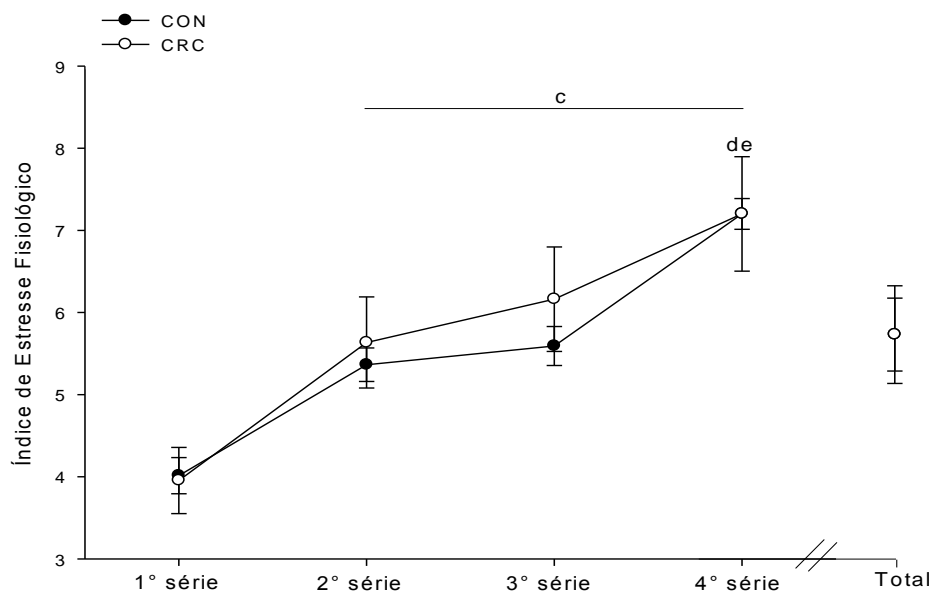


GRÁFICO 2: índice de estresse fisiológico a cada série de exercício e no total. Valores como média \pm EP. c = diferença em relação a 1ª série ; d = diferença em relação à 2ª série ; e = diferença em relação à 3ª série

Correlação entre IEF e velocidade de corrida

Foi encontrada uma correlação significativa e negativa entre o IEF e a V_{corrida} no grupo CON ($p=0,006$; $r = -0,42$, $r^2 = 0,18$) (gráfico 3).

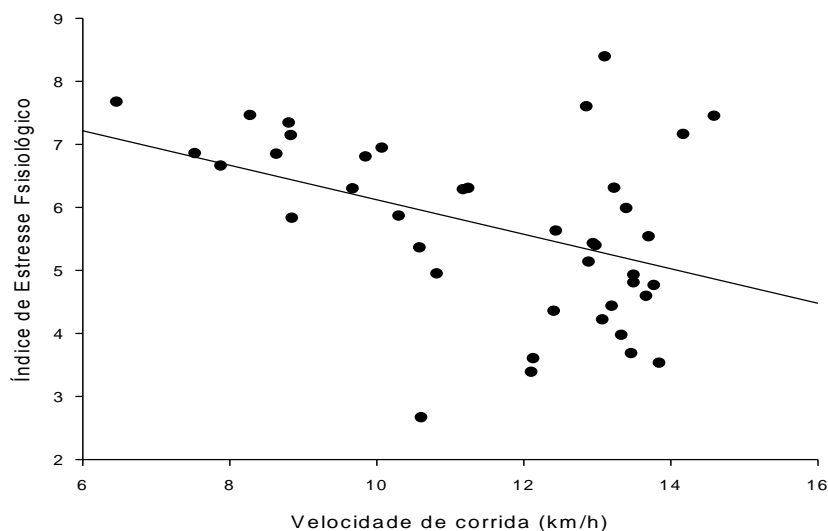


GRÁFICO 3: correlação entre IEF e V_{corrida} na situação CON. Valores médios de cada série de exercício ($p = 0,006$; $r^2 = 0,18$; $r = -0,42$)

Frequência cardíaca

O gráfico 4 mostra a frequência cardíaca em ambas as situações experimentais a cada série, bem como a frequência média durante os 6 km de corrida (total). A frequência cardíaca pré-exercício foi menor no grupo CRC (CRC = 71 ± 3 bpm; CON = 78 ± 3 bpm, $p < 0,01$) (Gráfico 5). Em ambos os grupos, a frequência cardíaca média aumentou do repouso até a segunda série de exercício, quando então, se estabilizou. Não houve diferença entre os grupos em nenhuma das séries isoladamente (1° série: CRC = 159 ± 3 bpm; CON = 163 ± 4 bpm, $p = 0,10$; 2° série: CRC = 169 ± 2 bpm; COM = 171 ± 3 bpm, $p = 0,42$; 3° série: CRC = 169 ± 2 bpm; CON = 173 ± 3 bpm, $p = 0,05$; 4° série: CRC = 172 ± 2 bpm; CON = 176 ± 2 bpm, $p = 0,06$), porém no total dos 6 km a frequência cardíaca foi menor no grupo CRC (CRC = 168 ± 1 bpm; CON = 171 ± 1 bpm, $p = 0,03$). O delta da frequência cardíaca também não diferiu entre os grupos (gráfico 5).

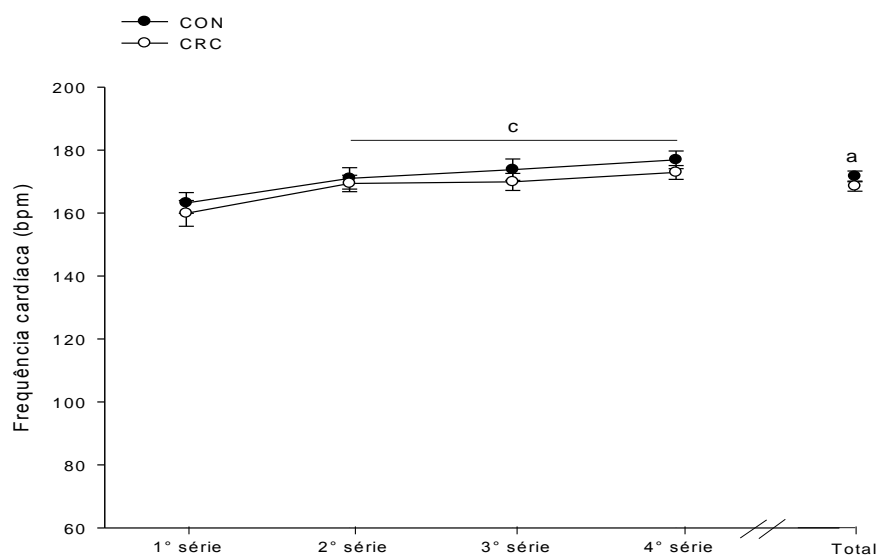


GRÁFICO 4: frequência cardíaca para o grupo CON e CRC nas quatro séries de exercício e total. a = diferença em relação ao grupo CON ; c = diferença em relação à 1° série. Dados apresentados como média ± EP. $P < 0,05$.

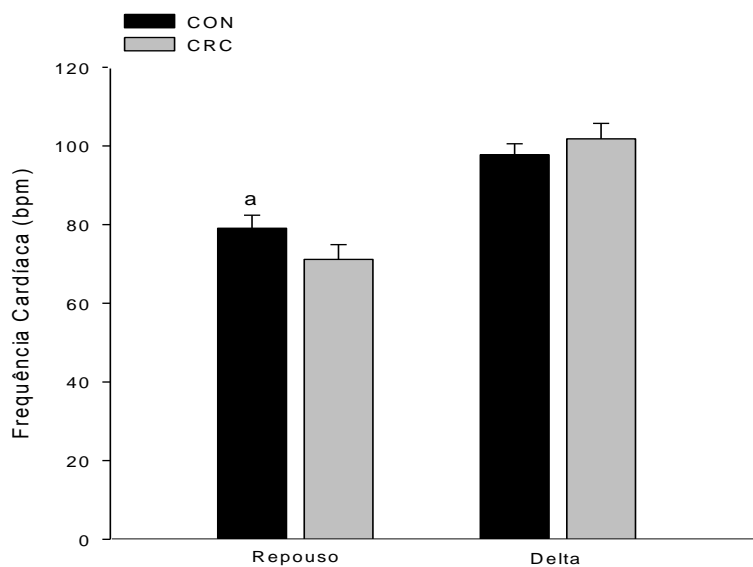


GRÁFICO 5: frequência de repouso e delta da frequência cardíaca. a = diferença em relação ao grupo CRC. Dados apresentados como média \pm EP. $P < 0,05$.

Temperatura interna

Os gráfico 6 e 7 mostram, respectivamente, a T_{retal} e o ΔT_{retal} entre o início e o final dos 6 km de exercício. Não houve diferença entre os grupos experimentais. A temperatura retal aumentou ao longo das séries.

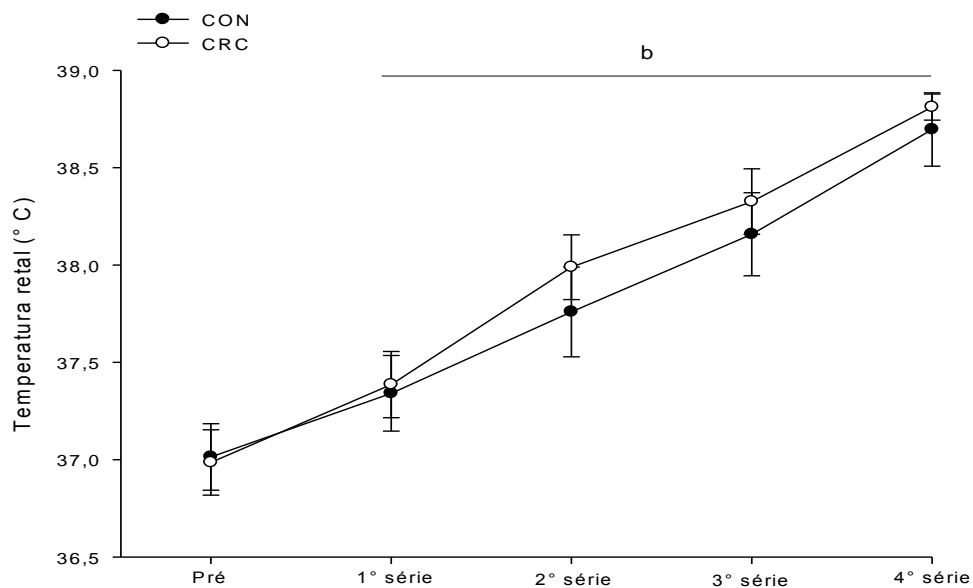


GRÁFICO 6: Temperatura retal. b = diferença em relação ao momento anterior. $p < 0,05$.

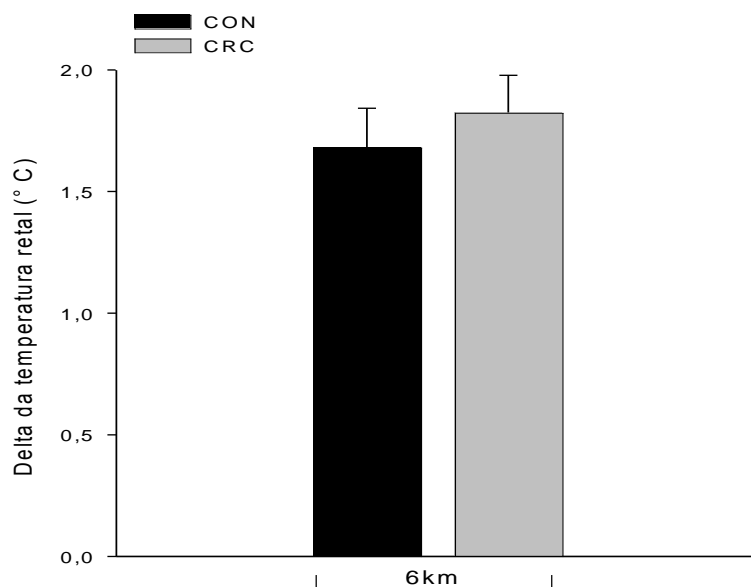


GRÁFICO 7: delta de temperatura retal. $p = 0,50$.

O gráfico 8 mostra a $T_{\text{auricular}}$. Não houve diferença entre os grupos em nenhum momento. No grupo CRC, a $T_{\text{auricular}}$ foi menor na primeira ($36,2 \pm 0,2^\circ \text{C}$) e segunda ($36,4 \pm 0,3^\circ \text{C}$) séries em relação aos valores de repouso e os valores da 3ª série ($37,3 \pm 0,3^\circ \text{C}$).

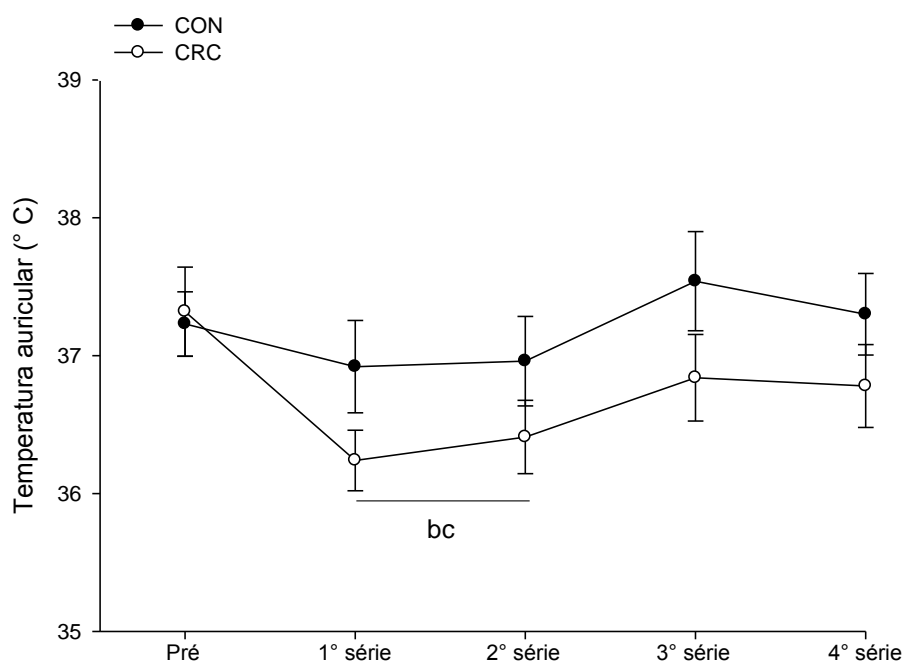


GRÁFICO 8 : temperatura auricular. b = diferença em relação ao pré-exercício; c = diferença em relação a 3ª série. $p < 0,05$.

Durante o pré-exercício, a $T_{\text{auricular}}$ (CON = $37,2 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$; CRC = $37,0 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$) não diferiu da T_{retal} (CON = $37,0 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$; CRC = $36,9 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$) em nenhum dos grupos experimentais.

Temperatura média da cabeça

O gráfico 9 mostra a temperatura média da cabeça. Durante o pré-exercício e ao longo de todo o exercício a temperatura média da cabeça foi menor no grupo CRC em relação ao grupo CON ($p < 0,001$). Houve diferença entre a temperatura média da cabeça no pré-exercício, em relação às 2ª e a 4ª séries do exercício para o grupo CRC.

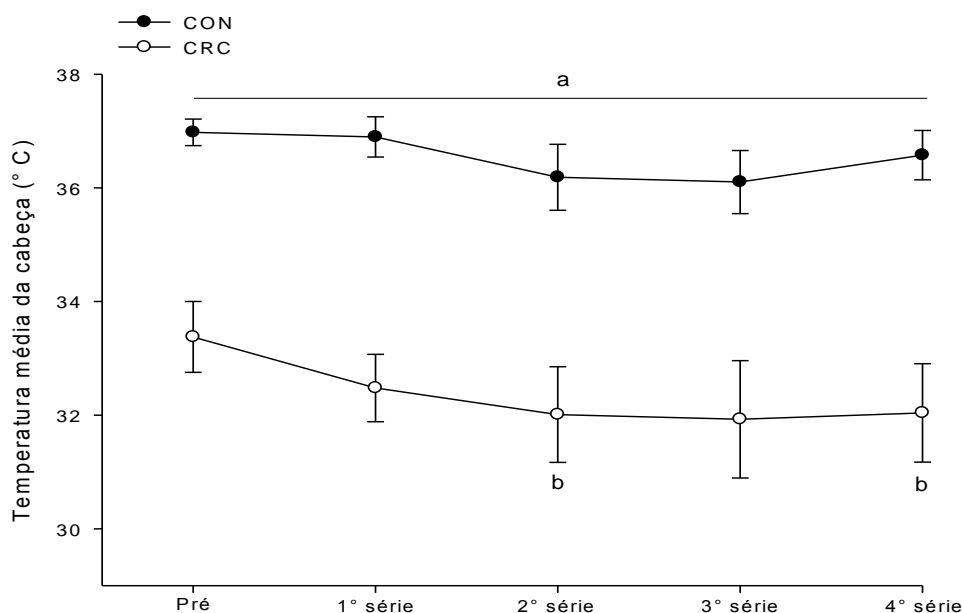


GRÁFICO 9: temperatura média da cabeça. a = diferença em relação ao grupo CRC ($p < 0,001$); b = diferença em relação ao pré exercício ($p < 0,05$).

Temperatura média da pele

A temperatura média da pele não foi diferente entre os grupos CRC e CON, porém diminuiu ao longo das séries (gráfico 10).

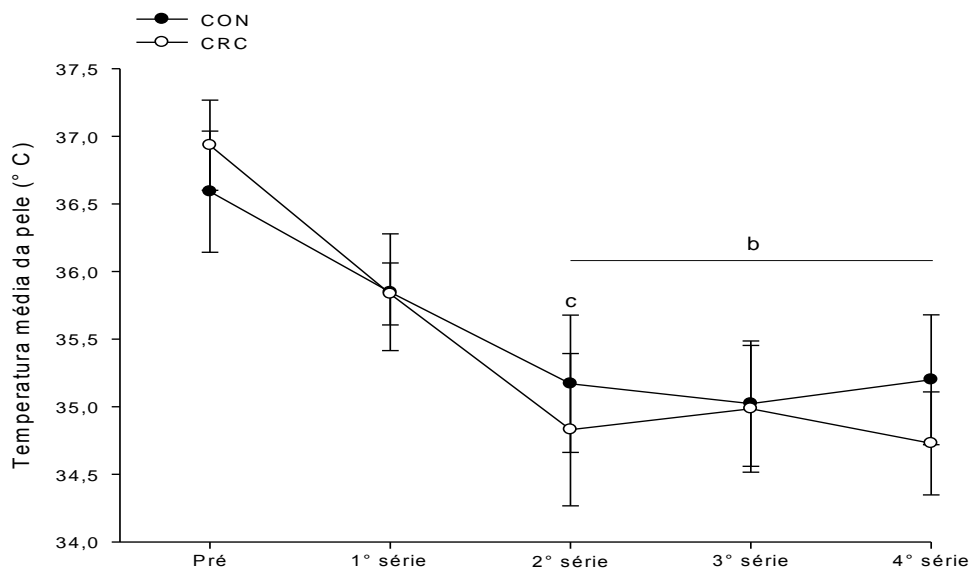


GRÁFICO 10: temperatura média da pele. b = diferença em relação ao pré-exercício ($p < 0,001$); c = diferença em relação à 1ª série ($p < 0,05$).

Temperatura média corporal

Não houve diferença entre os grupos CRC e CON em relação à temperatura média corporal, porém, esta variável aumentou ao longo do exercício (gráfico 11).

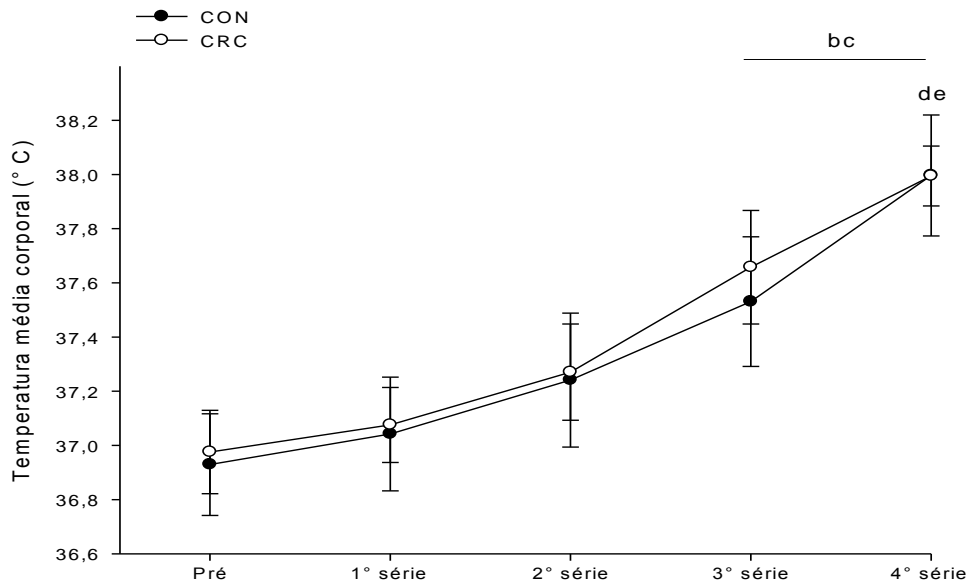


GRÁFICO 11: temperatura média corporal. b = diferença em relação ao pré-exercício, c = diferença em relação à 1ª série, d = diferença em relação à 2ª série e e = diferença em relação à 3ª série.

Não houve diferença na TAC entre os grupos (CON = $76,1 \pm 11,3 \text{ J.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$; CRC = $75,7 \pm 11,0 \text{ J.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) conforme mostra o gráfico 12. Não houve correlação significativa entre a TAC e a velocidade de corrida ($p = 0,19$; $r = 0,30$).

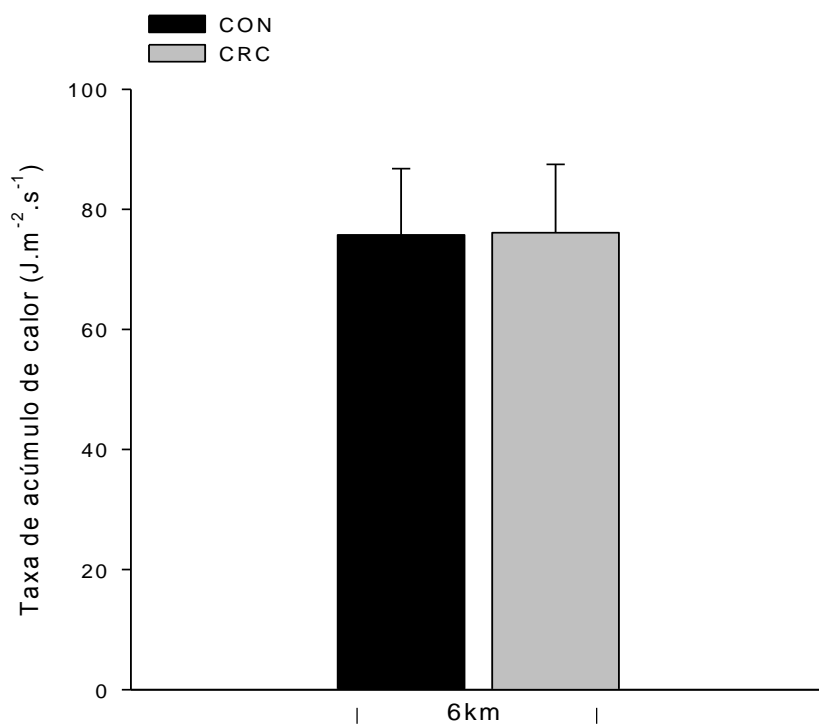


GRÁFICO 12: taxa de acúmulo de calor. $p = 0,98$

Taxa de elevação da temperatura retal

A TET_{retal} não foi diferente entre os grupos (CON = $0,10 \pm 0,01$; CRC = $0,09 \pm 0,01^{\circ} \text{ C.min}^{-1} .100$). O gráfico 13 mostra correlação positiva e significativa entre a TET_{retal} e V_{corrida} , em relação aos valores médios dos 6km ($p = 0,006$; $r = 0,59$; $r^2 = 0,35$).

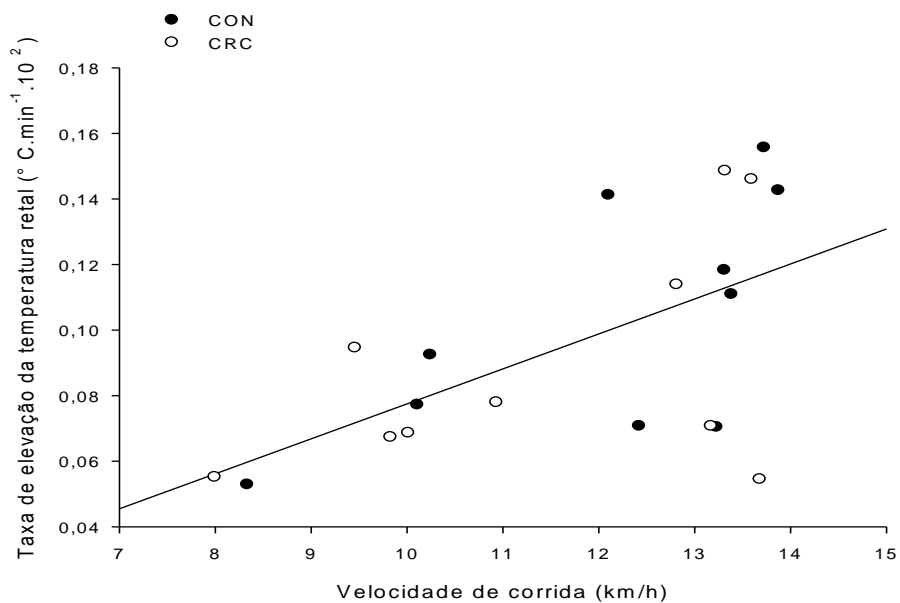


GRÁFICO 13: correlação entre TET_{retal} e V_{corrida}. Valores médios dos 6km de exercício ($p = 0,006$; $r = 0,59$; $r^2 = 0,35$).

Taxa de sudorese

O gráfico 14 mostra a sudorese total e local. A taxa de sudorese total não foi diferente entre os grupos experimentais. A sudorese da coxa foi menor do que das outras regiões em ambos os grupos ($p < 0,001$). A sudorese da testa foi menor no grupo CRC quando comparado com o CON (CRC = $2,14 \pm 0,24$; CON = $2,63 \pm 0,12$, $p = 0,02$).

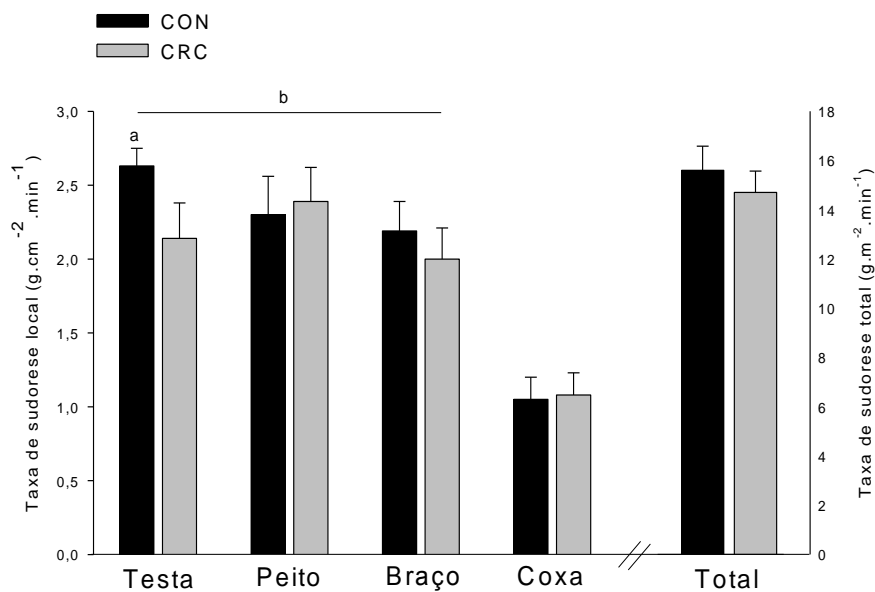


GRÁFICO 14: sudorese local e total. a = diferença em relação ao CRC ; b = diferença em relação à coxa ($p < 0,001$).

5.5 Variáveis subjetivas

Percepção Subjetiva do Esforço

Os valores da PSE estão apresentados nos gráficos 15 e 16. O gráfico 15 mostra os valores das medianas das cinco voltas de cada série. Os valores da última volta de cada série estão apresentados no gráfico 16. Não houve diferença entre os grupos experimentais, porém houve um aumento da PSE ao longo das séries.

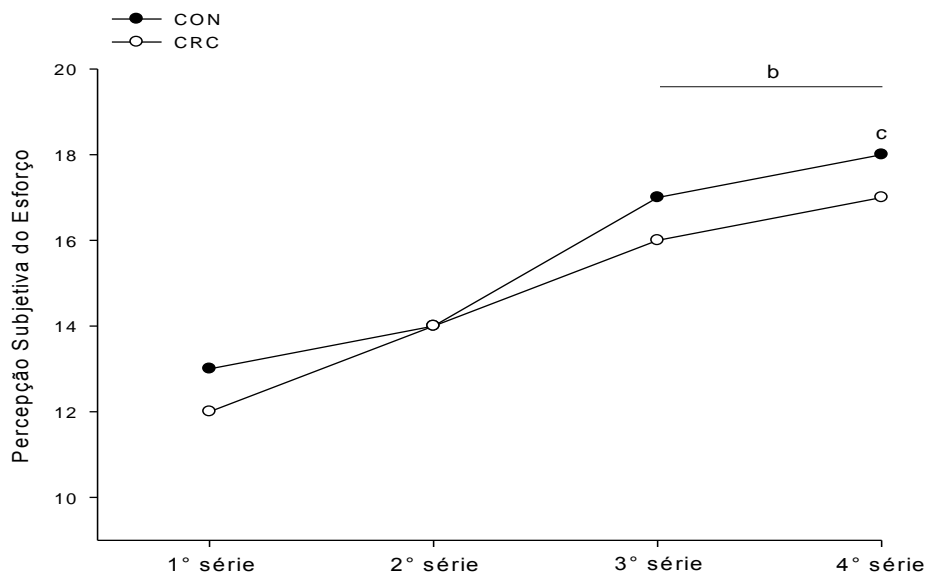


GRÁFICO 15: percepção subjetiva do esforço durante o exercício no Grupo CON e CRC. b = diferença em relação à 1ª série; c = diferença em relação à 2ª série. Valores médios das 5 voltas de cada série. $p < 0,05$.

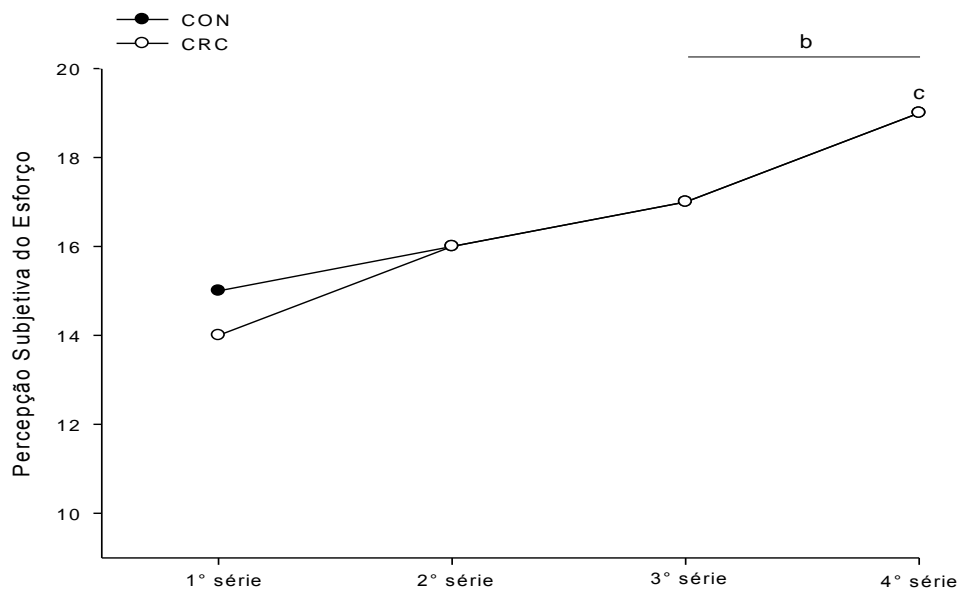


GRÁFICO 16: percepção subjetiva do esforço durante a última volta de cada série. b = diferença em relação à 1ª série e c = diferença em relação à 2ª série. $p < 0,05$.

O gráfico 17 mostra uma correlação positiva entre a PSE e IEF ($p < 0,001$; $r^2 = 0,25$; $r = 0,50$).

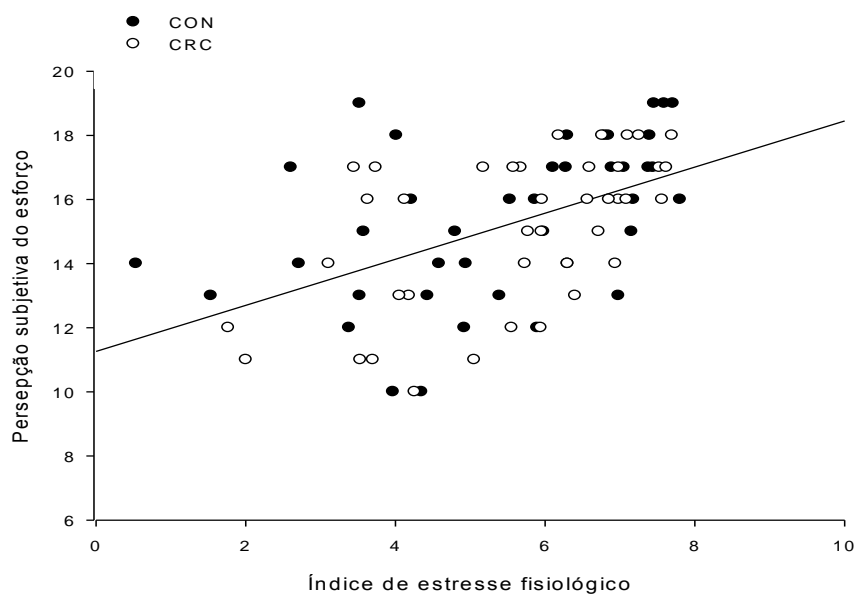


GRÁFICO 17: correlação entre PSE e IEF. Valores médios de cada série de exercício ($p < 0,001$; $r^2 = 0,25$; $r = 0,50$).

A PSE se correlacionou significativa e inversamente com a velocidade de corrida apenas na situação CON (gráfico 18) e não no grupo CRC ($p = 0,93$; $r = -0,01$).

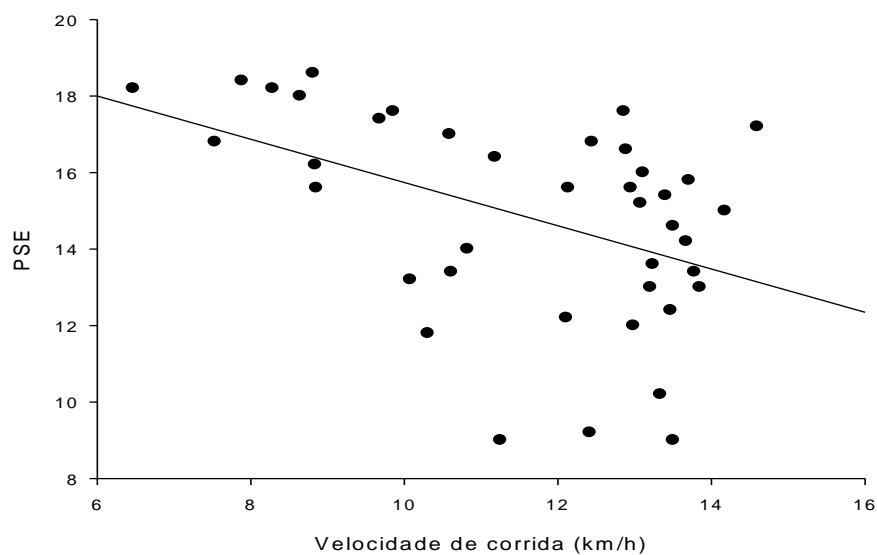


GRÁFICO 18: correlação entre PSE e V_{corrida} na situação CON. Valores médios de cada série de exercício ($p = 0,003$; $r^2 = 0,20$; $r = -0,45$).

Conforto Térmico

Os valores da CT estão apresentados nos gráfico 19 e 20. O gráfico 19 mostra os valores das medianas das cinco voltas de cada série. Os valores da última volta de cada série estão apresentados no gráfico 20. O CT foi menor no grupo CRC a partir da segunda série de exercício. Os valores de CT aumentaram apenas na situação CON.

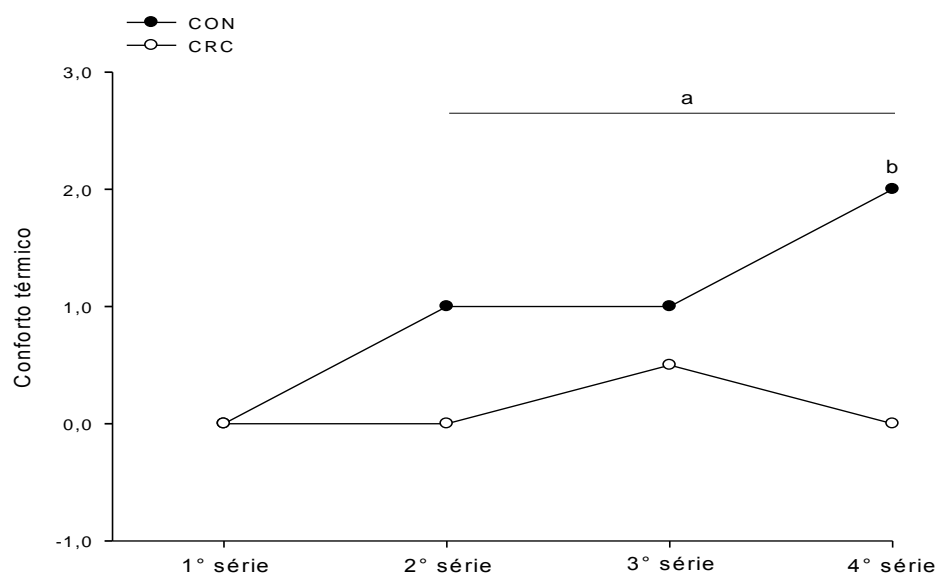


GRÁFICO 19: conforto térmico durante o exercício no Grupo CON e CRC. a = diferença em relação ao grupo CON; b = diferença em relação à 1ª série. Valores médios das 5 voltas de cada série. $p < 0,05$.

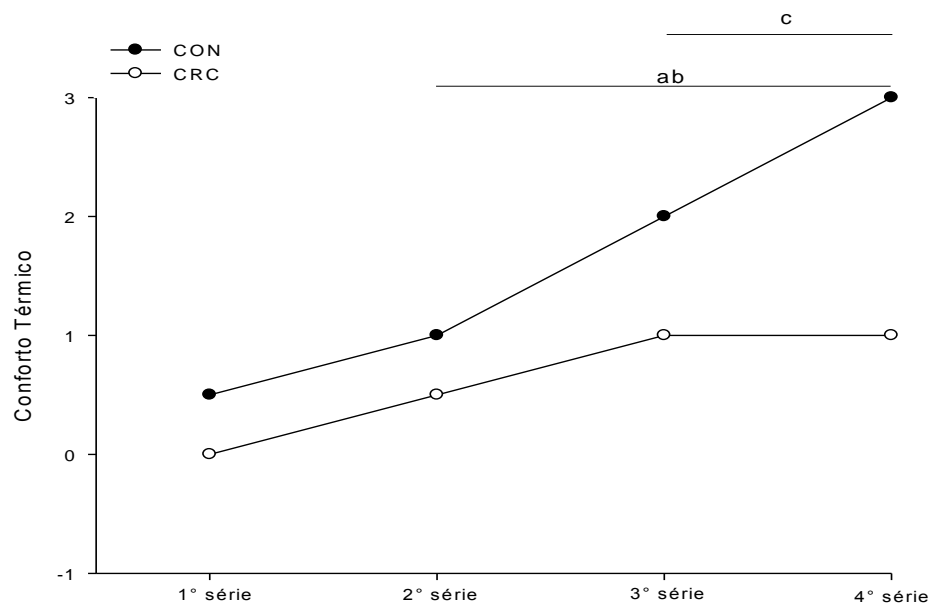


GRÁFICO 20: conforto térmico da última volta de cada série. a = diferença em relação ao grupo CON; b = diferença em relação à 1ª série; c = diferença em relação à 2ª série. Valores da última volta de cada série. $p < 0,05$.

6 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi verificar o efeito do resfriamento da cabeça no desempenho - mensurado pela velocidade média de corrida – no IEF e nas respostas termorregulatórias em exercício de intensidade autorregulada. O principal achado foi que o resfriamento da cabeça alterou a velocidade média de corrida em aproximadamente 5,2%, sem que houvesse diferenças no índice de estresse fisiológico ou nas principais respostas termorregulatórias.

Estes resultados corroboram ao modelo teórico dos *limites integrados* e do *controlador central* nos quais: o SNC avalia continuamente o meio interno e externo e, ao percorrer uma distância pré-determinada na maior velocidade possível, seleciona uma intensidade segura em termos de riscos à homeostase (RODRIGUES e SILAMI-GARCIA, 1998; ST CLAIR GIBSON e NOAKES, 2004). Segundo Rodrigues e Silami-Garcia (1998), esta intensidade é selecionada a partir da interpretação de riscos e benefícios gerados pelo exercício.

Na natureza poderíamos pensar em uma situação de luta, fuga ou perseguição de uma presa, na qual o estímulo para o exercício físico é muito grande, pois diz respeito à sobrevivência do espécime. Nesse contexto, os riscos do exercício – como, por exemplo, um aumento expressivo do estresse fisiológico – gerariam estímulos em direção à redução da intensidade, já os benefícios ou um forte estímulo vital – sobrevivência – gerariam estímulos em direção à manutenção/aumento da intensidade, suplantando os riscos. Em outras palavras, o risco de morte do indivíduo por fatores externos (perseguição por predadores, por exemplo) o levaria a se expor a maiores riscos internos ao aumentar a intensidade do exercício para se livrar da situação de perigo.

No contexto esportivo os benefícios do exercício poderiam ser; o *status* social e a conquista de prêmios, o que não existiu em nosso estudo, mas que poderia resultar em maiores valores de IEF. No presente estudo, apesar disso, os

sujeitos atingiram um IEF considerado alto, resultado este comparável a outra pesquisa em que os voluntários se exercitaram sob o sol (MORAN *et al.*, 2003).

Ainda considerando as motivações, podemos inferir que foram semelhantes entre os grupos CON e CRC, deste estudo. Os dados mostram que, nestas condições, a seleção da intensidade dá-se de forma suficiente para aumentar o estresse fisiológico até certo valor selecionado como aceitável. Além disso, o IEF comporta-se sob uma mesma dinâmica ao longo das séries, apesar de ser atingida uma maior intensidade na situação CRC.

No exercício de intensidade autorregulada, a estratégia de seleção da taxa de trabalho é moldável, dentre outros, por experiências anteriores com o exercício e por treinamento e leva em consideração a duração da atividade (SILAMI-GARCIA e RODRIGUES, 1998; LAMBERT NOAKES e ST CLAIR GIBSON, 2005; ULMER, 1996). Nossos voluntários tinham conhecimento da distância a ser percorrida e passaram pela etapa de familiarização. Desta forma, é provável que o SNC tenha utilizado o conhecimento prévio para a seleção da estratégia de corrida. Por isso, talvez, os valores de IEF e PSE tenham se iniciado relativamente baixos, considerando a longa distância a ser percorrida. Como as situações experimentais foram balanceadas, as diferenças nos resultados não podem ser atribuídas à diferenças no conhecimento da tarefa.

Concordando com nossos achados, outros trabalhos indicam que o resfriamento da face ou cabeça é capaz de amenizar o estresse fisiológico no calor durante o repouso (KISSEN, HALL e KLEMM, 1971; MUNDEL *et al.*, 2006) e exercício (ARMADA-DA-SILVA, WOODS e JONES, 2004; ANSLEY *et al.*, 2008; MUNDEL *et al.*, 2007, COTTER e TAYLOR, 2005 ; SCHLADER *et al.*, 2011). Aqui, o efeito do resfriamento da cabeça sobre o estresse fisiológico evidencia-se pelo fato de: apesar do IEF ter sido semelhante ao do grupo CON, o grupo CRC apresentou uma intensidade de exercício consideravelmente maior. Além disso, a FC média do exercício como um todo foi menor no grupo CRC.

Ansley *et al.* (2008) observaram um aumento de 51% no desempenho (tempo total de exercício), menores valores de PSE e de concentração de prolactina durante exercício de intensidade fixa, com resfriamento da cabeça. Os dados de Ansley *et al.* (2008) indicam que o resfriamento da cabeça atenua o estresse do exercício, permitindo que o mesmo se prolongue por mais tempo. Como nosso exercício foi de intensidade autorregulada, os efeitos do resfriamento da cabeça não se refletiram em diferenças no IEF ou na PSE, mas na intensidade de exercício necessária para atingir o IEF e PSE selecionado pelo SNC como aceitável. O resfriamento da cabeça evitou a redução da intensidade ao longo das séries – redução observada na situação CON. Isto resultou para o CRC, em uma velocidade média maior na terceira (6,3%) e quarta (8,2%) séries.

Outra diferença ao se estudar o exercício de intensidade autorregulada é observada pela correlação entre V_{corrida} e o IEF. Estudos que verificaram a correlação entre V_{corrida} e IEF mostram para exercício de intensidade fixa, que quanto maior a intensidade de exercício maior o estresse, ou seja, há correlação positiva entre as duas variáveis (MORAN, MONTAIN e PANDOLF, 1998, MORAN *et al.* 2003). Isto ocorre porque a intensidade do exercício está “imobilizada” e, nesse contexto, quanto maior a V_{corrida} , maior a demanda cardiovascular e maior a produção de calor, conseqüentemente, maior o IEF. Dessa forma, a V_{corrida} pode ser considerada a variável independente, em função da qual o IEF varia.

Nossos dados, ao contrário, mostram uma correlação inversa entre o IEF e a V_{corrida} observada no grupo CON. O exercício autorregulado permite o ajuste da intensidade conforme a interpretação das informações do ambiente externo e interno – que inclui o IEF. Assim, o voluntário pode selecionar uma V_{corrida} maior nas situações em que o risco à homeostase está baixo. Em contrapartida, nas situações nas quais o estresse fisiológico é maior, o voluntário reduz a V_{corrida} , a fim de se evitar danos ao sistema. Neste contexto, o IEF pode ser considerado a variável independente em função da qual, a V_{corrida} é ajustada.

Interessante é que na situação CRC não houve correlação entre V_{corrida} e o IEF. Em ambos os grupos o IEF se comportou de maneira semelhante (aumento gradual) ao longo do exercício, porém a redução da velocidade média de corrida não ocorreu no grupo CRC. Isto, mais uma vez, indica um efeito do resfriamento da cabeça na evolução do estresse fisiológico durante o exercício. Como consequência, refletindo o comportamento do IEF, a PSE também se correlacionou inversamente com a V_{corrida} somente no grupo controle.

É importante salientar que, a fadiga ocorre pela ação modulatória de diferentes sistemas fisiológicos (RODRIGUES e SILAMI-GARCIA, 1998 MORAES, 2010; figura 1), cuja participação relativa varia em função da intensidade/duração da atividade, bem como pelas condições ambientais. O IEF integra informações de dois desses sistemas – frequência cardíaca e temperatura interna – que sabidamente possuem grande importância na fadiga durante o exercício prolongado no calor (GONZÁLES-ALONSO, 1999). Porém, apesar de não mensurada, a participação de outros sistemas fisiológicos – por exemplo, pH sanguíneo e estoques de glicogênio intramuscular; vide figura 1 - sobre a evolução da fadiga não deve ser descartada. Dessa forma, o entendimento dos efeitos do resfriamento da cabeça sobre o desempenho, baseado apenas no IEF, não é absoluto.

O aumento do IEF indica que o risco à homeostase está aumentando. Baseado nessa e em outras informações o SNC ajusta continuamente a intensidade do exercício. A integração desses sinais pode ser manifestada de forma verbal através da escala de PSE (TUCKER, 2009; ST CLAIR GIBSON *et al.*, 2006), o que se evidencia pela correlação positiva e significativa entre IEF e PSE em ambos os grupos. Como não houve diferença entre as variáveis fisiológicas comparando as situações experimentais, a PSE não foi diferente entre os grupos.

Além dos efeitos sobre o estresse fisiológico, outro fator que pode ter contribuído para o melhor desempenho do grupo CRC é o efeito isolado do CT. Apesar de nenhuma diferença nas T_{retal} , $T_{\text{auricular}}$, T_{corporal} , T_{pele} , TET_{retal} – ou na TAC, o resfriamento da cabeça reduziu a temperatura média da cabeça, o que

foi suficiente para melhorar o CT o que, *per si*, poderia melhorar o desempenho (SCHALDER *et al.*, 2011).

Recentemente (SCHALDER *et al.*, 2011) estudaram os efeitos térmicos e não térmicos do aquecimento e do resfriamento da face sobre o exercício de intensidade autorregulada com *clamp* de PSE. Para o “resfriamento” não térmico da face uma solução de mentol foi aplicada na face dos voluntários, gerando uma sensação de frescor na pele, sem que a temperatura da pele fosse alterada. Este estudo demonstrou que, sob estresse hipertérmico a sensação de resfriamento da face - por si só - é capaz de melhorar o CT e, por consequência, o tempo total de exercício. Inversamente, tanto o “aquecimento” térmico quanto o não-térmico (solução de capsaicina) aumentaram o desconforto térmico o que levou o indivíduo a uma redução de desempenho. Diferente do nosso estudo, a pesquisa de Schalder *et al.* (2011), não tinha como objetivo estudar o desempenho propriamente dito, mas sim o comportamento termorregulatório do indivíduo frente aos diferentes estímulos na face. Em sua tarefa foi realizado um *clamp* da PSE no valor de 16 da escala de Borg (BORG, 1982), e o desempenho era medido pelo tempo de exercício realizado antes da intensidade diminuir a 70% da inicial.

Diversos outros estudos têm verificado os efeitos do resfriamento de diferentes áreas do corpo sobre o desempenho, conforto térmico e/ou respostas fisiológicas durante o calor. Dentre essas áreas estão a cabeça¹, face², pescoço³, mãos⁴, palma das mãos⁵, pés⁶, dentre outros. Esses estudos, de modo geral, indicam que o resfriamento de uma área qualquer do corpo pode amenizar os efeitos do estresse hipertérmico. Parece que – nessa condição de estresse – a retirada de calor do sistema como um todo possui um efeito benéfico, independente do local por onde é retirado.

¹ SIMMONS, MUNDEL e JONES, 2008 ; SIMMONS *et al.*, 2008 ; ANSLEY *et al.* 2008.

² ARMADA-DA-SILVA, WOODS e JONES, 2004 ; MUNDEL *et al.*, 2006 ; MUNDEL *et al.* 2007

³ TYLER, WILD e SUNDERLAND, 2010 ; TYLER e SUNDERLAND, 2011

⁴ GOOSEY-TOLFREY *et al.* 2008

⁵ GRAHN, CAO e HELLER, 2005 ; AMORIM *et al.*, 2010; KUENNEN *et al.*, 2010

⁶ COTTER e TAYLOR, 2005

A nossa escolha pela cabeça baseia-se no fato dessa região possuir uma grande importância termorregulatória durante a exposição a ambientes quentes, importância essa, possivelmente maior do que outras regiões do corpo.

Por exemplo, no calor, o resfriamento da face (bochecha e testa) tem maiores efeitos sobre o conforto térmico do que o resfriamento de uma área equivalente do tórax, abdômen, costas, coxa, perna, braço, antebraço, mãos ou pés; enquanto o aquecimento local da testa é mais desconfortável se comparado a essas outras áreas (COTTER e TAYLOR, 2005; NAKAMURA *et al.*, 2008).

Sabidamente essa região possui grande densidade de receptores térmicos para frio e calor que podem estar associados a uma maior alteração do conforto térmico durante o resfriamento ou aquecimento local em ambientes quentes (NAKAMURA *et al.*, 2008). Porém, somente as diferenças regionais na distribuição de termorreceptores não são suficientes para explicar os maiores efeitos do resfriamento da face sobre o conforto térmico (NAKAMURA *et al.*, 2008). Segundo Nakamura *et al.* (2008), processos centrais seriam os responsáveis pelo efeito diferente no CT de acordo com diferentes locais estimulados. Esses autores especulam que haveria um mapeamento pelo SNC das informações aferentes de diversas áreas e, em determinadas regiões, aumentaria a influência sobre o CT.

O cérebro dos mamíferos é 10 vezes mais ativo do que outros tecidos, sendo responsável por 20 % da produção de calor do corpo, apesar de sua massa relativamente pequena (CABANAC, 1986 ; CAPUTA, 2004). Diante disto é necessária uma efetiva e contínua remoção de calor, uma vez que este órgão é pouco tolerante ao calor (DEWHIRST, *et al.* 2003; KIYATKIN, 2004, 2005; BERTOLIZIO, MASON e BISSONNETTE, 2011). Isso poderia explicar o porquê do resfriamento e aquecimento da cabeça possuir maiores efeitos sobre o CT em ambientes quentes se comparado a outras regiões do corpo (NAKAMURA *et al.*, 2008 ; SCHALDER *et al.*, 2011, COTTER e TAYLOR, 2005). No ambiente quente, a pele da cabeça aquecida dificultaria ainda mais a dissipação do calor do cérebro (já aquecido), em contrapartida, o resfriamento

especificamente da cabeça permitiria uma adequada dissipação de calor do cérebro, apesar do ambiente dificultar a dissipação do calor do corpo como um todo.

Para que essa consideração seja verdadeira, é necessário um mecanismo de resfriamento específico para o cérebro. Em condições normais, o calor do cérebro é continuamente retirado pelo sangue arterial mais frio. Em condições de exercício intenso e/ou exposição ao ambiente quente porém, a temperatura do sangue arterial pode tornar-se maior do que a temperatura do cérebro. Nessa situação, um mecanismo de resfriamento específico do cérebro é necessário. Conhecido como Resfriamento Seletivo Cerebral (RSC) (CABANAC, 1986; CAPUTA, 2004), esse mecanismo permite que o cérebro mantenha-se em uma temperatura segura – menor do que a temperatura do resto do corpo – e pode explicar porque os efeitos do resfriamento da cabeça são maiores do que no resfriamento de outras áreas. Essa seria a principal função do RSC; proteger o cérebro contra danos pelo calor (função neuroprotetora).

Na década de 70, Shvartz (1970) e Kissen *et al.* (1971) encontraram que o resfriamento da cabeça mostra-se capaz de amenizar o estresse fisiológico oriundo da exposição a ambientes extremamente quentes. Tais efeitos eram semelhantes aos do resfriamento conjunto de tronco e pernas, apesar de uma área de superfície corporal muito menor na cabeça (aproximadamente 10% do total da área do corpo) comparada à área do tronco e pernas (aproximadamente 60% do total da área do corpo). Esses estudos mostram que resfriar a cabeça é mais eficiente do que resfriar outras áreas para a dissipação de calor e para a redução do estresse térmico, o que reforça a teoria do RSC e explica o porquê de, evolutivamente, essa região ter adquirido maiores valores de sudorese, comparada a outras regiões do corpo (MAGALHÃES, 2007). Nossos resultados, porém, demonstram uma maior sudorese da testa apenas em relação à coxa ($p < 0,001$), não sendo significativamente maior em relação ao peito ($p = 0,06$) e ao braço ($p = 0,09$).

Outra possível explicação para a vantagem de resfriar a cabeça é que, devido a um grande fluxo sanguíneo na pele dessa região – maior que o fluxo de costas, peito, abdômen, parte flexora e extensora do braço e antebraço, (WA e MAIBACH, 2010) – é retirada (por área resfriada) uma maior quantidade absoluta de calor. Como exemplo, o resfriamento da cabeça no estudo de Simmons, Mundel e Jones (2008), foi capaz de atenuar o aumento na T_{retal} , reduzindo assim o estresse fisiológico e a PSE durante o exercício no calor.

Foi proposto, todavia, que o resfriamento das extremidades do corpo, talvez seja mais eficiente do que o da cabeça (COTTER e TAYLOR, 2005). Sabe-se que a sudorese é influenciada não apenas pela temperatura central, mas também pela T_{pele} , sendo que, o aquecimento local da pele aumenta a taxa de sudorese no lugar aquecido (VAN BEAUMONT e BULLARD, 1965). Também o resfriamento local da pele é capaz de reduzir a sudorese daquela área, o que é mostrado por nossos dados de sudorese local da região da testa (figura 17). A cabeça, em especial a face, possui maior sensibilidade sudomotora (COTTER e TAYLOR, 2005) e, em situações hipertérmicas o resfriamento dessa área pode reduzir não apenas a sudorese do local resfriado mas também a de outras regiões (DESRUELLE e CANDAS, 2000; HAYASH e TOKURA, 1996), reduzindo a taxa de sudorese total (KISSEN, HALL e KLEMM, 1971 ; HAYASHI e TOKURA, 1996, COTTER e TAYLOR, 2005). Essa diminuição da sudorese total poderia contribuir para um aumento no acúmulo de calor, como de fato ocorreu no estudo de Kissen, Hall e Klemm (1971). Em contrapartida, o resfriamento das extremidades (pés ou mãos) poderia ser capaz de retirar calor do corpo sem afetar – com a mesma magnitude – a sudorese total (COTTER e TAYLOR, 2005).

De fato, em condições extremas como a do estudo de Kissen, Hall e Klemm (1971) (temperatura ambiente igual a 66° C durante 40 minutos), a diminuição da sudorese total – devido ao resfriamento da cabeça – poderia resultar em maior acúmulo de calor. Porém, segundo o modelo do RSC, isso não significaria, necessariamente, uma desvantagem. Evolutivamente, o homem surgiu em um ambiente quente e seco, na savana ou florestas secas da África (DEMENOCAL, 2011), onde a realização de exercícios prolongados para caça

ou migrações era necessária e a disponibilidade de água era pequena. Para esse contexto, a preservação de água no organismo era de fundamental importância. Um sistema de RSC permitiria não apenas, que o cérebro fosse resguardado de danos por calor, mas também, que a água do corpo pudesse ser preservada através da redução da sudorese, ainda que isso represente um maior aumento da temperatura central (CAPUTA, 2004).

Em nossos resultados, a taxa de sudorese total não diferiu entre os grupos mas a taxa de produção de calor provavelmente foi maior no grupo CRC, devido à maior intensidade de exercício. De fato, quem correu mais rápido vivenciou um aumento também mais rápido na T_{retal} conforme indica a correlação positiva entre V_{corrida} e TET_{retal} . Diante disto, poderíamos esperar uma maior TAC, ΔT_{retal} , T_{retal} ou TET_{retal} neste grupo, o que não ocorreu. É importante salientar que nosso estudo não foi realizado em ambiente de estresse térmico extremo e não se prolongou por muito tempo (aproximadamente 30,5 minutos). Além disso, os voluntários tinham acesso *ad libitum* à água e todos iniciaram e terminaram o exercício euidratados. Caputa (2004) sugere que o RSC seja mais expressivo em indivíduos submetidos à grande estresse pelo calor (função neuroprotetora) e desidratados (para preservação de água). Por isso, apesar do mecanismo de preservação de água poder ter ocorrido em nosso estudo, é mais provável que o calor extra, proveniente de uma maior intensidade de exercício, tenha sido eficazmente retirado pelo resfriamento da cabeça, não sendo necessário um aumento na taxa de sudorese total - apesar da maior taxa de produção de calor.

O RSC ocorre sabidamente em aves e em diversas espécies de mamíferos – inclusive primatas – e pressupõe três estruturas básicas: 1) um sistema de troca de calor extracranio; 2) veias que transportem o sangue resfriado para dentro do crânio e 3) um sistema de troca de calor intracraniano. Sua existência foi comprovada pelo fato de, nas situações hipertérmicas a temperatura cerebral manter-se inferior à temperatura do resto do corpo (CABANAC, 1986; CAPUTA, 2004). A existência do RSC em humanos não é um consenso e a impossibilidade de se medir a temperatura do cérebro não nos permite afirmar a presença desse mecanismo. No entanto, a temperatura

timpânica (ou $T_{\text{auricular}}$ como alternativa à mensuração da temperatura timpânica) tem sido utilizada como alternativa para medida indireta da temperatura cerebral (RASCH e CABANAC, 1993; DESRUELLE e CANDAS, 2000).

Moraes (2010) observou um aumento da $T_{\text{auricular}}$ no exercício em ambiente quente, o que se correlacionou com a temperatura retal. Ansley *et al.* (2008) observaram que a T_{retal} aumentou em ambos os grupos experimentais e que a $T_{\text{auricular}}$ aumentou ao longo do exercício apenas no grupo controle, mantendo-se constante quando a face era resfriada. Em nossos dados, a $T_{\text{auricular}}$ não aumentou durante o exercício, mesmo no grupo CON, uma possível explicação para a particularidade desses resultados está no tipo de exercício. Nos estudos de Ansley *et al.* (2008) e Macedo (2010), o exercício realizado foi estacionário (cicloergômetro) em ambiente quente não ventilado. Tal tipo de tarefa não reproduz, com exatidão, o exercício realizado em ambientes externos devido à ausência do vento. No nosso estudo, entretanto, mesmo o grupo CON possuía o mecanismo de resfriamento da cabeça facilitado por presença de convecção, permitindo que a $T_{\text{auricular}}$ não aumentasse. Dessa forma, acreditamos que, em estudos como o de Ansley *et al.* (2008), o grupo experimental (com resfriamento da cabeça) se assemelha mais à situação controle, já que aquele envolve resfriamento da cabeça – o que já ocorre no exercício realizado em ambientes abertos. O grupo controle, por sua vez, não é apenas um grupo que não recebeu o resfriamento da cabeça, mas um grupo cujo resfriamento corriqueiro da cabeça foi prejudicado pelas características da situação experimental, privada do recurso da convecção.

Nossos dados mostram também que, o método – apesar de possivelmente dificultar a evaporação do suor pelo aparato (plástico para a medida da sudorese local e bolsas de gelo em gel) – não impediu completamente a dissipação do calor. A evaporação do suor da região da cabeça e, sobretudo, da face não coberta, ajudada pelo vento, fez com que mesmo no grupo CON a $T_{\text{auricular}}$ não aumentasse - ao contrário dos estudos de Ansley *et al.* (2008) e Moraes (2010) e Desruelle e Candás (2000).

Rash e Cabanac (1993) encontraram prejuízos na dissipação do calor com a utilização de touca durante o exercício realizado em uma ambiente fechado e temperado, prejudicando o RSC. Já em ambientes abertos e sob radiação solar, a utilização de boné reduz a $T_{\text{cabeça}}$ para exercícios de intensidade autorregulada (FERREIRA-JÚNIOR, 2009). Dessa forma, uma dissipação de calor prejudicada pela touca poderia ser compensada por um menor ganho de calor por radiação.

Isto implica dizer também que os efeitos do resfriamento da cabeça, observados no presente estudo, não se devem ao RSC. O RSC obviamente, não depende da aplicação de gelo, mas de mecanismos selecionados ao longo de milhões de anos de evolução, como alguns citados anteriormente (maior sudorese na região da cabeça, maior vascularização, maior resposta sudomotora etc). O sangue resfriado na região da face pode retornar pela veia jugular interna (CAPUTA, 2004; CABANAC, 1986), auxiliando o resfriamento do cérebro, ou pela jugular externa para o resfriamento do corpo (CAPUTA, 2004). Assim sendo, é provável que o cérebro se mantivesse em uma temperatura segura durante o exercício mesmo no grupo CON e o resfriamento da cabeça possibilitou uma maior retirada de calor do corpo como um todo.

De fato, um estudo de Caputa *et al.* (1986) sugere que, em cabras – animais que sabidamente possuem um efetivo RSC – enquanto a temperatura do corpo está aumentando, mas a do cérebro está em valores relativamente seguros (39°), o sangue resfriado pela ação da fossa nasal (sistema de troca de calor extracraniano) é redirecionado para auxiliar o resfriamento do corpo. Contudo, quando a temperatura do cérebro atinge valores tidos como perigosos (41° C), o sangue resfriado por ação da fossa nasal, assume sua função prioritária – resfriamento do cérebro – independente de um aumento da temperatura do corpo.

Os resultados do presente estudo estão de acordo com outros ao mostrar que, durante o exercício no calor, um adequado resfriamento da cabeça é capaz de evitar um aumento da $T_{\text{auricular}}$, mantendo-a em valores menores do que a temperatura retal ou esofágica (ANSLEY *et al.*, 2008; RASCH e CABANAC,

1993; DESRUELLE e CANDAS, 2000). Isto corroboraria a existência do RSC em humanos, caso a $T_{\text{auricular}}$ reflita a temperatura cerebral. Porém o uso da $T_{\text{auricular}}$ como medida de temperatura cerebral ainda é controverso (CABANAC, 1993; DESRUELLE e CANDAS, 2000; SIMON, 2007).

Existe ainda, outra hipótese para a melhora do desempenho com o resfriamento da cabeça: o resfriamento da cabeça poderia minimizar a redução da oxigenação e do fluxo sanguíneo para o cérebro (BROWN, SANYA e HILZ, 2003; KJELD, POTT e SECHER, 2009), o que ocorre em condições hipertérmicas (RASMUSSEN *et al.*, 2010; NYBO *et al.*, 2002; NYBO e NIELSEN, 2001). Uma vez que a percepção do esforço está associada a mudanças no fluxo sanguíneo cerebral e à oxigenação cerebral (RASMUSSEN *et al.*, 2010; NYBO e NIELSEN, 2001; NYBO *et al.*, 2002) este efeito do resfriamento poderia contribuir para uma menor PSE em uma dada intensidade (ANSLEY *et al.*, 2008), ou um maior tempo de exercício para um mesmo valor de PSE (SCHALDER *et al.*, 2011) – *clamp* de PSE – ou ainda um mesmo valor de PSE apesar de uma maior intensidade, como o que ocorreu no presente estudo.

Um aumento do fluxo cerebral durante o resfriamento da cabeça vem acompanhado de outras alterações cardiovasculares como, por exemplo, uma redução da FC, um aumento na pressão arterial média e da vasoconstrição periférica (BROWN, SANYA e HILZ, 2003; KJELD, POTT e SECHER, 2009). Essas alterações fazem parte de um mecanismo reflexo conhecido como "bradicardia do mergulho" (PAULEV *et al.*, 1990). Em outras espécies, esse reflexo é conhecidamente associado a uma redução na temperatura cerebral, evidenciando mais uma possível função protetora do RSC (função contra danos por hipóxia). Durante o mergulho, esses ajustes preservam oxigênio para o cérebro e possivelmente servem para proteção contra os efeitos da hipóxia (CAPUTA, 2004, BROWN, SANYA e HILZ, 2003; KJELD, POTT e SECHER, 2009). Tal mecanismo pode explicar a menor FC observada durante o pré-exercício, mas provavelmente não durante o exercício. Isso porque o controle desse reflexo é vagal e tende a se extinguir rapidamente com o

aumento da intensidade (SMITH *et al.*, 1996, ENDO *et al.*, 2003; AL-ANI, *et al.* 1995).

Uma limitação do estudo foi a impossibilidade de se utilizar o desenho experimental em duplo velado, o que evitaria uma possível melhora no desempenho devido ao efeito placebo e à uma possível diferença de tratamento dos pesquisadores em relação aos voluntários. Porém, se o aumento observado na intensidade resultasse apenas destes fatores, provavelmente, o voluntário também seria levado a um maior estresse fisiológico, o que não foi observado. Ao contrário, a FC média total foi menor na situação CRC – apesar de uma maior velocidade média total – o que mostra um efeito fisiológico do resfriamento da cabeça, e não apenas psicológico. É interessante notar também que; a velocidade de corrida foi superior no grupo CRC apenas nas duas últimas séries de exercício, indicando que o efeito do resfriamento da cabeça torna-se evidente apenas quando o estresse fisiológico e a temperatura interna estão em níveis mais elevados. Um aumento da intensidade pelo efeito placebo talvez se manifestasse desde o início do exercício.

O IBUTG, que foi em média $26,3 \pm 0,4^{\circ}$ C representou um risco alto para o desenvolvimento de doenças pelo calor (ACSM 1996b), dessa forma, o calor provavelmente, foi um importante fator ponderado pelo SNC para a seleção da intensidade do exercício. Tal índice foi o mesmo em ambos os grupos – pois o ambiente foi bloqueado - e não se alterou ao longo do tempo, indicando que qualquer diferença entre os resultados não se deve à diferenças no estresse ambiental. Da mesma forma, o volume de água ingerida e a taxa de sudorese total não foram diferentes entre as situações e nenhum voluntário iniciou ou terminou qualquer situação experimental desidratado. Assim, as diferenças encontradas entre os grupos não podem ser atribuídas à diferenças no estado de hidratação.

A temperatura do gelo usado no resfriamento da cabeça foi de aproximadamente -4° C e o contato direto da pele com o gelo foi evitado,

colocando-se o gelo em sacos de tecido de algodão. Essa temperatura foi escolhida com base em um estudo piloto. Nesse piloto buscou-se uma temperatura de gelo que não gerasse desconforto ou dor de cabeça aos voluntários. De fato, durante o presente estudo, apenas um voluntário relatou desconforto que ocorreu apenas no início da exposição na situação pré-exercício, e segundo o voluntário, após os 5 minutos de exposição pré-exercício, já havia terminado.

7 CONCLUSÃO

O resfriamento da cabeça melhora o desempenho sem alterar o IEF e as respostas termorregulatórias durante a corrida de intensidade autorregulada sob o sol.

Uma possível explicação para esse achado é que, durante o exercício de intensidade autorregulada, a intensidade do exercício é modulada - dentre outros fatores - pelo IEF cuja evolução pôde ser amenizada pelo resfriamento da cabeça, o que explica, em parte, o melhor desempenho observado no grupo com resfriamento da cabeça.

REFERÊNCIAS

AL-ANI, M.; POWELL, L.; WEST, J.; TOWNED, J.; COOTE, J. H. Exercising and diving, two conflicting stimuli influencing cardiac vagal tone in man. *Journal of Physiology*, v. 489, n. 2, p. 603-612, 1995.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE – POSITION STAND – Exercise and fluid replacement. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 28, n. 11, p. i-vii, 1996.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE – POSITION STAND – Heat and cold illness during distance running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 28, n. 12, p. i-x, 1996.

AMORIM, F. T.; YAMADA, P. M.; ROBERGS, R. A.; SCHNEIDER, S. M. Palm cooling does not reduce heat strain during exercise in a hot, dry environment. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, v. 35, n. 4, p. 480-489, 2010.

ANSLEY, L.; MARVIN, G.; SHARMA, A.; KENDALL, M. J.; JONES, D. A.; BRIDGE, M. W. The effects of head Cooling on endurance and neuroendocrine responses to exercise in warm conditions. *Physiological Research*, 57: 863-872, 2008.

ARMADA-DA-SILVA, P. A. S.; WOODS, J.; JONES, D. A. The effect of passive heating and face cooling on perceived exertion during exercise in the heat. *European Journal of Applied Physiology*, v. 91, p. 563-571, 2004.

ARMSTRONG, N.; WELSMAN, J.R.; KIRBY. Longitudinal changes in “11-13-year-olds” physical activity. *Acta Paediatrica*, v. 89, p. 775-780, 2000

ATKINSON, G.; PEACOCK, O.; ST CLAIR GIBSON, A.; TUCKER, C. Distribution of power output during cycling: impact and mechanisms. *Sports Medicine*, v.36, n. 8, p. 647-667, 2007.

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

BROWN, C. M.; SANYA, E. O.; HILZ, M. J. Effect of cold face stimulation on cerebral blood flow in humans. *Brain Research Bulletin*, v. 61, n. 1, p. 81-86, 2003.

CABANAC, M. Keeping a cool head. *News in Physiological Science*, v. 1, p. 41-44, 1986.

CABANAC, M. Selective brain cooling: “fancy” or fact. *FASEB Journal*, v. 7; p. 1143-1147, 1992.

CAPUTA, M.; FEISTKORN, G.; JESSEM, C. Competition for cool nasal blood between trunk and brain in hyperthermic goats. *Comparative Biochemistry and Physiology*, v. 85, n. 3, p. 423-427, 1986.

CAPUTA, M. Selective Brain Cooling: a multiple regulatory mechanism. *Journal of Thermal Biology*, v. 29, p. 691-702, 2004.

COELHO, L. G. M.; FERREIRA-JUNIOR, J. B.; MARTINI, A. R. P.; BORBA, D. A.; COELHO, D. B.; PASSOS, R. L.; DA FONSECA, M. A.; MOURA-LIMA, F. A. S.; PRADO, L. S.; RODRIGUES, L. O. C. H. Head hair reduces sweat rate during exercise under the sun. *International Journal of Sports Medicine*, v. 31, p. 779-783, 2010.

COTTER, J. D.; TAYLOR, N. A. S. The distribution of cutaneous sudomotor and alliesthesial thermosensitivity in mildly heat-stressed humans: an open-loop approach. *Journal of Physiology*, v. 565, n. 1, p. 335-345. 2005.

DEMENOCAL, P. B. Climate and human evolution. *Science*, v. 331, p.540-542, 2011.

DESRUELLE, A. V.; CANDAS, V. Thermoregulatory effects of three different types of head cooling in humans during a mild hyperthermia. *European Journal of Applied Physiology*, v. 81, p. 33-39, 2000.

DEWHIRTS, M. W.; VIGLIANTI, B. L.; LORA-MICHIELS, M. ; HANSON, M.; HOOPS, P. J. Basic principles of thermal dosimetry and thermal threshold for

tissues damage from hyperthermia. *International Journal of hyperthermia*, v. 19, n. 3, p. 267-294, 2003.

DUBOIS, D.; DUBOIS, E.F. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. *Archives of Internal Medicine*, v.17, p.831-836, 1916.

ENDO, M.; TAUCHI, S.; HAYASHI, N.; KOGA, S.; ROSSITER, H. B.; FUKUBA, Y. Facial cooling-induced bradycardia does not slow pulmonary VO_2 kinetics at the onset of high-intensity exercise. *Journal of Applied Physiology*, n. 95, p.1623-1631, 2003.

FERREIRA-JÚNIOR, J. B. *O uso do boné em crianças durante a corrida de intensidade autorregulada sob o sol diminui a temperatura média da cabeça, mas não influencia a velocidade da corrida*. 2009. 130 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Esporte) – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

FONSECA, I. A. T. *Medida do conforto térmico durante as aulas de Educação Física em climas tropicais*. 2007. 120 f. Dissertação (Mestrado em Pós Graduação em Educação Física) - Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

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

GOOSEY-TOLFREY, V.; SWAINSON, M.; BOYD, C.; ATKINSON, G.; TOLFREY, K. The effectiveness of hand cooling at reducing exercise-induced hyperthermia and improving distance-race performance in wheelchair and able-bodied athletes. *Journal of Applied Physiology*, v. 105, p. 37-43, 2008.

GONZALEZ-ALONSO, J.; TELLER C, ANDERSEN SL, JENSEN FB, HYLDIG T, NIELSEN B. 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.

GRAN, D. A.; CAO, V. H.; HELLER, C. Heat extraction through the palm of one hand improves aerobic exercise endurance in a hot environment. *Journal of Applied Physiology*, v. 99, p. 972-978, 2005.

HAYASHI, C.; TOKURA, H. Effects of head cooling on sweat rate in exercising subjects wearing protective clothing and mask for pesticide. *Journal of Physiological Anthropology*, v. 15, n. 4, p. 149-154, 1996.

KISSEN, A. T.; HALL, J. F.; KLEMM, F. K. Physiological responses to cooling the head and neck versus the trunk and leg areas in severe hyperthermic exposure. *Aerospace Medicine*, v. 42, n. 8, p. 882-888, 1971.

KIYATKIN, E. A. Brain hyperthermia during physiological and pathological conditions: causes, mechanisms, and functional implications. *Current Neurovascular Research*, v. 1, p. 77-90, 2004.

KIYATKIN, E. A. Brain hyperthermia as physiological and pathologic phenomena. *Brain Research Reviews*, v. 50, p. 27-56. 2005.

KJED, T.; POTT, F. C.; SECHER, N. H. Facial immersion in cold water enhances cerebral blood velocity during breath-hold exercise in human. *Journal of Applied Physiology*, v. 106, p. 1243-1248, 2009.

KUENNEN, M. R.; GILLUM, T. L.; AMORIM, F. T.; KWON, Y.S; SCHNEIDER, S. M. Palm cooling to reduce heat strain in subjects during simulated armoured vehicle transport. *European Journal of Applied Physiology*, v. 108, n. 6, p 1217-1223, 2010.

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

MAGALHÃES, F. C. *Efeito de uma período de adaptação ao exercício em ambiente quente e seco sobre a função sudorípara e a eficiência termorregulatória em habitantes dos trópicos*. 2007. Dissertação (Mestrado Em Educação Física) - Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

MARGARIA, R. *Biomechanics and energetics of muscular exercise*. Oxford: Clarendon, 1976.

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

MORAN, D. S.; MONTAIN, S. J.; PANDOLF, K. B. Evaluation of different levels of hydration using a new physiological strain index. *American Journal of Physiology*, v. 275, n. 44, p. 854-860, 1998.

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

MORAN, D. S.; PANDOLF, K. B.; SHAPIRO, Y.; LAOR, A.; HELED, Y.; GONZALEZ, R.R. Evaluation of the environmental stress index for physiological variables. *Journal of Thermal Biology*, v. 28, p. 43-49, 2003.

MUNDEL, T.; HOOPER, P. L.; BUNN, S. J.; JONES, D. A. The effect of face cooling on the prolactin response and subjective comfort during moderate passive heating in humans. *Experimental Physiology*, n. 91. p. 1007-1014, 2006.

MUNDEL, T.; BUNN, S. J.; HOOPER, P. L.; JONES, D. A.: The effects of face neuroendocrine and behavioral response. *Experimental Physiology* v. 92, p. 187-195, 2006.

MUNDEL, T.; BUNN, S. J.; JONES, D. A. ; HOOPER, P. L. The effects of face cooling on the prolactin response and subjective comfort during moderate passive heating in humans. *Experimental Physiology* v. 96, p. 1007-1014, 2006.

NAKAMURA, M.; YODA, T.; CRAWSHAW, L. I.; YASUHARA, S.; SAITO, Y.; KASUGA, M.; NAGASHIMA, K.; KANOSUE, K. Regional differences in temperature sensation and thermal comfort in humans. *Journal of Applied Physiology*, v. 105, p. 1897-1906, 2008.

NYBO, L.; NIELSEN, B. Middle cerebral artery blood velocity is reduced with hyperthermia during prolonged exercise in humans. *Journal of Physiology*, v. 534, n. 1, p. 279-286. 2001.

NYBO, L.; MOLLER, K.; VOLIANITS, S.; NIELSEN, B.; SECHER, N. H. Effects of hyperthermia on cerebral blood flow and metabolism during prolonged exercise in humans. *Journal of Applied Physiology*, v. 93, p. 58-64, 2002.

PAULEV, P. E.; POKORSKI, M.; HONDA, Y.; AHN, B.; MASUDA, A.; KOBAYASHI, T.; NISHIBAYASHI, Y.; SAKAKIBARA, Y.; TANAKA, M.; NAKAMURA, W. Facial cold receptors and the survival reflex "diving bradycardia" in man. *Japanese Journal of Physiology*. V. 40, p. 701-712, 1990.

RASCH, W.; CABANAC, M. Selective brain cooling is affected by wearing headgear during exercise. *Journal of Applied Physiology*, v. 74, n. 3, p. 1229-1233, 1993.

RASMUSSEN, P.; NYBO, L.; VOLIANITIS, S.; MOLLER, K.; SECHER, N. H.; GJEDDE, A. Cerebral oxygenation is reduced during hyperthermic exercise in humans. *Acta Physiologica*, v.199, p. 63-70, 2010.

RODRIGUES, L. O. C.; SILAMI-GARCIA, E. Fadiga: falha ou mecanismo de proteção? In: SILAMI-GARCIA, E.; LEMOS, K. L.; GRECO, P. J. *Temas atuais em Educação Física e Esportes III*, 1 ed. Belo Horizonte:Livraria e Editora Saúde Ltda – UFMG, p.27-48, 1998.

SAMPAIO, I. B. M.: *Estatística aplicada à experimentação animal*. 3 ed. Belo Horizonte: Fundação de Estudos e Pesquisas em Medicina Veterinária e Zootecnia, 2007.

SCHLADER, Z. J.; SIMMONS, S. E.; STANNARD, S. R.; MUNDEL, T.: The independent roles of temperature and thermal perception in the control of human thermoregulatory behavior. *Physiology & Behavior*, v. 111, p. 757- 766, 2010.

SHVARTZ, E. Effects of a cooling hood on physiological responses to work in a hot environment. *Journal of Applied Physiology*, v. 39, p. 36-39, 1970.

SIMON, E. Tympanic temperature is not suited to indicate selective brain cooling in humans: a reevaluation of the thermophysiological basis. *European Journal of Applied Physiology*, v. 101, n. 1. p. 19-20, 2007.

SIMMONS, S. E.; MUNDEL, T.; JONES, D. A. The effects of passive heating and head-cooling on perception of exercise in the heat. *European Journal of Applied Physiology*, n.104, p. 281-288, 2008.

SIMMONS, S. E.; SAXBY, B. K.; McGLONE, F.P.; JONES, D. A. The effect of passive heating and head cooling on perception, cardiovascular function and cognitive performance in the heat. *European Journal of Applied Physiology*, v. 104, p. 271-280, 2008.

SMITH, J. C.; STEPHENS, D. P.; WINCHESTER, P. K. WILLIAMSON, J. W. Facial cooling-induced bradycardia: attenuating effect of central command at exercise onset. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 29, n.3, p. 320-325, 1997.

ST CLAIR GIBSON, A.; NOAKES, T. D. 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.; LABERT, E. V.; RAUCH, L. H. G.; TUCKER, R.; BADE, D. A.; FOSTER, C.; NOAKES, T. D. The role of information processing between the brain and peripheral physiological systems in pacing and perceptions of effort. *British Journal of Sports Medicine*, v. 38, n. 6, p. 797-806, 2006.

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

TUCKER, R.; MARLE, T.; LAMBERT, E. V. and NOAKES, T. D. The rate of heat storage mediates an anticipatory reduction in exercise intensity during cycling at a fixed rating of perceived exertion. *Journal of Physiology*, v. 574, p. 905-915, 2006.

TUCKER, R. The anticipatory regulation of performance: the physiological basis for pacing strategies and the development of a perception-based model for exercise performance. *British Journal of Sports Medicine*, v. 43, p. 392-400, 2009.

TYLER, C.J; WILD, P.; SUNDERLAND, C. Practical neck cooling and time-trial running performance in a hot environment. *European Journal of Applied Physiology*, v. 110, p. 1063-1074, 2010

TYLER, C. J.; SUNDERLAND, C. Cooling the neck region during exercise in the heat. *Journal of Athletic Training*, v. 46, n.1, p. 61-68, 2011.

ULMER, C. V. Concept of an extracellular regulation of muscular metabolic rate during heavy exercise in humans by psychophysiological feedback. *Experientia*, v 52, p.416-420, 1996

VAN BEAUMONT, W.; BULLARD, R. W. Sweating: direct influence of skin temperature. *Science*, v. 19, p. 1465-1467, 1965.

CABANAC, M. Keeping a cool head. *News in Physiological Science*. v.1, p.41-44. 1986.

VIMIEIRO-GOMES, A. C.; MAGALHÃES, F. C.; AMORIM, F. T.; MACHADO-MOREIRA, C. A.; ROSA, M. S.; LIMA, N. R.; RODRIGUES, L. O. Comparison of sweat rate during graded exercise and the local rate induced by pilocarpine. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. n. 38, p.1133-1139, 2005.

WALTERS, T. J.; RYAN, K. L.; TATE, L. M.; MASON, P. A. Exercise in the heat is limited by a critical internal temperature. *Journal of Applied Physiology*, v. 89, p. 799-806, 2000.

WA, C. V; MAIBACH, H. I. Mapping the human face: biophysical properties. *Skin Research and Technology*, v.16, p. 38 – 54, 2010.

ANEXOS E APÊNDICES

ANEXO I - Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG



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

Parecer nº. ETIC 0498.0.203.000-09

Interessado(a): **Prof. Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues**
Departamento de Educação Física
EEFFTO - UFMG

DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 21 de janeiro de 2010, após atendidas as solicitações de diligência, o projeto de pesquisa intitulado **"Estudo da fadiga e das respostas termorregulatórias em idosos durante caminhada/corrída de intensidade autorregulada sob o sol"** 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.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. T. Marques Amaral', is positioned above the name of the coordinator.

Prof. Maria Teresa Marques Amaral
Coordenadora do COEP-UFMG

ANEXO II – Extensão

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

Parecer nº. ETIC 0498.0.203.000-09

**Interessado(a): Prof. Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues
Departamento de Educação Física
EEFFTO - UFMG**

DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP analisou e aprovou, no dia 08 de abril de 2010, a inclusão de uma nova situação experimental (resfriamento da cabeça) no projeto de pesquisa intitulado **"Estudo da fadiga e das respostas termorregulatórias em idosos durante caminhada/corrída de intensidade autorregulada sob o sol"** 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 III – PAR-Q

Nome: _____ Data: ___/___/___

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

ANEXO IV - QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA

Nome: _____

Data: ___/___/___ Idade : ___ Sexo: F () M ()

Ocupação: _____ Cidade: _____

Nós queremos saber quanto tempo você gasta fazendo atividade física em uma semana NORMAL. Por favor, responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Para responder considere as atividades como meio de transporte, no trabalho, exercício e esporte.

1a. Em quantos dias de uma semana normal, você realiza atividades **LEVES** ou **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos, que façam você suar **POUCO** ou aumentam **LEVEMENTE** sua respiração ou batimentos do coração, como nadar, pedalar ou varrer:

- (a) _____ dias por **SEMANA**
- (b) Não quero responder
- (c) Não sei responder

1b. Nos dias em que você faz este tipo de atividade, quanto tempo você gasta fazendo essas atividades **POR DIA?**

- (a) _____ horas _____ minutos.
- (b) Não quero responder
- (c) Não sei responder

2a . Em quantos dias de uma semana normal, você realiza atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos , que façam você suar **BASTANTE** ou aumentem **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração, como correr e nadar rápido ou fazer jogging:

- (a) _____ dias por **SEMANA**
- (b) Não quero responder
- (c) Não sei responder

2b. Nos dias que você faz este tipo de atividades quanto tempo você gasta fazendo essas atividades **POR DIA?**

- (a) _____ horas _____ minutos
- (b) Não quero responder
- (c) Não sei responder

ATIVIDADE FÍSICA NO TRABALHO

1a. Atualmente você trabalha ou faz trabalho voluntário fora de sua casa? Sim () Não ()

1b. Quantos dias de uma semana normal você trabalha? _____ dias

Durante um dia normal de trabalho, quanto tempo você gasta:

1c . Andando rápido: _____ horas _____ minutos.

1d. Fazendo atividades de esforço moderado como subir escadas ou carregar pesos leves: _____ horas _____ minutos.

1e. Fazendo atividades vigorosas como trabalho de construção pesada ou trabalhar com enxada, escavar: _____ horas _____ minutos.

ATIVIDADE FÍSICA EM CASA

*Agora, pensando em todas as atividades que você tem feito **em casa** durante uma semana normal:*

2a . Em quantos dias de uma semana normal você faz atividades dentro da sua casa por pelo menos 10 minutos de esforço moderado como aspirar, varrer ou esfregar:

- (a) _____ dias por **SEMANA**
- (b) Não quero responder
- (c) Não sei responder

2b. Nos dias que você faz este tipo de atividades quanto tempo você gasta fazendo essas atividades **POR DIA?** _____ horas _____ minutos.

2c. Em quantos dias de uma semana normal você faz atividades no jardim ou quintal por pelo menos 10 minutos de esforço *moderado* como varrer, rastelar, podar:

- (a) _____ dias por **SEMANA**
- (b) Não quero responder
- (c) Não sei responder

2d. Nos dias que você faz este tipo de atividades quanto tempo você gasta **POR DIA?** _____ horas _____ minutos.

2e. Em quantos dias de uma semana normal você faz atividades no jardim ou quintal por pelo menos 10 minutos de esforço *vigoroso* ou forte como carpir, arar, lavar o quintal:

- (a) _____ dias por **SEMANA**
- (b) Não quero responder
- (c) Não sei responder

2f. Nos dias que você faz este tipo de atividades quanto tempo você gasta **POR DIA?** _____ horas _____ minutos.

ATIVIDADE FÍSICA COMO MEIO DE TRANSPORTE

Agora, pense em relação a caminhar ou pedalar para ir de um lugar a outro em uma semana normal.

3a. Em quantos dias de uma semana normal você caminha de forma rápida por pelo menos 10 minutos para ir de um lugar para outro? (Não inclua as caminhadas por prazer ou exercício)

- (a) _____ dias por **SEMANA**
- (b) Não quero responder
- (c) Não sei responder

3b. Nos dias que você caminha para ir de um lugar para outro quanto tempo **POR DIA** você gasta caminhando? (Não inclua as caminhadas por prazer ou exercício) _____ horas _____ minutos.

3c. Em quantos dias de uma semana normal você pedala rápido por pelo menos 10 minutos para ir de um lugar para outro? (Não inclua o pedalar por prazer ou exercício)

- (a) _____ dias por **SEMANA**
- (b) Não quero responder
- (c) Não sei responder

3d. Nos dias que você pedala para ir de um lugar para outro quanto tempo **POR DIA** você gasta pedalando? (Não inclua o pedalar por prazer ou exercício) _____ horas _____ minutos.

APÊNDICE I - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO- FASE I



Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Laboratório de Fisiologia do Exercício - LAFISE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (FASE I)

TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA:

Efeitos do resfriamento da cabeça no desempenho e nas respostas termorregulatórias durante a corrida de intensidade autorregulada sob o sol

Convidamos você para ser voluntário de exames que determinarão se você poderá participar do experimento por meio dos quais vamos estudar a temperatura corporal, o suor, velocidade e o tempo de corrida em pista de atletismo sob o sol.

A etapa de exames, chamada de triagem, determinará se você poderá participar ou não do experimento da segunda parte do estudo. Depois dos procedimentos de triagem você poderá ser identificado como não apto para o experimento por razões clínicas, sobre as quais você será devidamente informado.

Durante a triagem serão feitas a você algumas perguntas pessoais sobre hábito de fumar, doenças que possui e uso de medicamentos. Na avaliação física serão feitas as medidas de massa corporal, estatura, percentual de gordura (medida de dobras cutâneas) e capacidade aeróbica máxima em um teste de corrida em intensidade autorregulada, no menor tempo possível, em uma distância de 1500 metros sob o sol. Durante o teste para medida da capacidade aeróbica, que você realizará numa pista de atletismo, serão medidos: a frequência cardíaca e a velocidade de corrida (através de um cardiófrequencímetro com GPS). Ao final de cada volta, você deverá informar sua percepção subjetiva de esforço em escala de 15 pontos. O teste será interrompido caso você manifeste o desejo em parar o exercício ou caso ocorra alguma manifestação de sintoma identificado pelos pesquisadores como anormal.

Os procedimentos da Fase I não trarão nenhum benefício direto a você, exceto pelas informações que você receberá durante as avaliações realizadas na triagem. Você poderá decidir não participar de algum procedimento da triagem a qualquer momento, sem constrangimento. Nenhuma compensação por prejuízos relacionados ao estudo estará disponível. Durante a triagem, se você sentir qualquer sintoma que pense estar relacionado a ela, relate imediatamente ao avaliador.

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. Entretanto, você realizará uma corrida em condições controladas, com equipamentos seguros e procedimentos tecnicamente bem executados. Possíveis reações indesejáveis serão monitoradas pela equipe de professores responsáveis pelo estudo.

Todas as informações individuais obtidas na triagem 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 necessário, os custos do transporte para a sua participação na pesquisa serão de responsabilidade dos pesquisadores.

Se você julgar necessária qualquer outra informação antes de dar seu consentimento para participar dos exames de triagem, sinta-se à vontade para fazer qualquer tipo de pergunta a respeito do estudo ao aluno de mestrado Lucas Leite Lima (3398 4806 e 8741 0966) e ao professor orientador Emerson Silami Garcia (3409 2350), responsáveis pelo estudo.

CONSENTIMENTO

Se você concorda em participar da triagem (Primeira Etapa) do estudo “*Efeitos do resfriamento da cabeça no desempenho e nas respostas termorregulatórias durante a corrida de intensidade autorregulada sob o sol*”, por favor assine abaixo.

Belo Horizonte _____ de _____ de 20 _____

Assinatura do voluntário: _____
Nome: _____

Assinatura da testemunha: _____
Nome: _____

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

Lucas Leite Lima
Mestrando em Ciências do Esporte – EEEFTO/ 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.

APÊNDICE II - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO- FASE II



Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Laboratório de Fisiologia do Exercício - LAFISE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (FASE II)

TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA:

Efeitos do resfriamento da cabeça no desempenho e nas respostas termorregulatórias durante a corrida de intensidade autorregulada sob o sol

Convidamos você para ser voluntário do projeto de pesquisa intitulado “*Efeitos do resfriamento da cabeça no desempenho e nas respostas termorregulatórias durante a corrida de intensidade autorregulada sob o sol*”. 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 da cabeça, durante um exercício autorregulado realizado sob sol, sobre a fadiga e as respostas termorregulatórias.

Você passará, em dias diferentes, por uma sessão de familiarização com o protocolo de exercício físico desta pesquisa e por duas situações experimentais. Na sessão de familiarização, você fará o mesmo protocolo de exercício a ser realizado nas situações experimentais: corrida com velocidade autorregulada, em uma pista de atletismo, durante 6 km.

A situação experimental será a seguinte: correr 6 km, sob o sol em uma pista pré-determinada de 300 metros (20 voltas), dividida em 4 séries de 1,5 km (5 voltas) com intervalo de 2 minutos entre as séries (tempo este que será utilizado para realizar as medidas necessárias) com ou sem resfriamento da cabeça, que será realizada através da utilização de 4 pacotes de gelo em gel, fixadas à cabeça por meio de faixas. Você será instruído a correr o mais rápido possível durante todo o experimento.

Nos dias experimentais você chegará ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET –MG) e será encaminhado para o vestiário para a colocação do sensor de temperatura retal e da roupa adequada e padronizada para o teste (short, meias e tênis). O sensor de temperatura retal é feito de um material flexível, possui 3,5 mm de diâmetro e deverá ser inserida a cerca de 10 cm do esfíncter anal - distância que virá marcada na sonda. A sonda retal é esterilizada através de processos químicos e sua utilização não oferece qualquer tipo de risco. Para o registro da temperatura, a sonda é conectada a um teletermômetro. 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, será fornecida água para você. Você irá para pista de atletismo e fará o exercício com velocidade autorregulada. Durante o exercício serão medidas as seguintes variáveis: temperatura retal, temperatura timpânica (com um termômetro digital), temperatura da pele no peito, braço, coxa, perna, testa, topo da cabeça e bochecha (com um termômetro infravermelho), a frequência cardíaca, velocidade de corrida (com um GPS), sudorese local no peito, braço, coxa e na testa (com papel filtro), sudorese total, conforto térmico e a sua percepção subjetiva do esforço. Após o término do teste será feita a medida das glândulas sudoríparas ativas no peito, braço, coxa e na testa (com papel iodado).

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

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 os efeitos do resfriamento da cabeça sobre as respostas da temperatura do corpo, da fadiga, do suor e no tempo e velocidade de corridas realizadas sob o sol. 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, você receberá assistência da equipe responsável pelo estudo e, se necessário, os pesquisadores o levarão, para o serviço de pronto atendimento do Sistema Único de Saúde (SUS). Em caso de emergência, o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU / 192) será chamado.

Caso seja necessário, os custos do transporte para a sua participação na pesquisa serão de responsabilidade dos pesquisadores.

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 Lucas Leite Lima, tel. 3398 4806/ 8741 0966. Você poderá se recusar a participar deste estudo 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 “Efeitos do resfriamento da cabeça no desempenho nas respostas termorregulatórias durante a corrida de intensidade autorregulada sob o sol”.

Belo Horizonte _____ de _____ de 20 _____

Assinatura do voluntário: _____
Nome:

Assinatura da testemunha: _____
Nome:

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

Lucas Leite Lima
Mestrando em Ciências do Esporte – EEEFTO/ 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.

APÊNDICE III – ORIENTAÇÕES PARA O VOLUNTÁRIO E FORMULÁRIO PARA REGISTRO ALIMENTAR

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS / EEFPTO – LAFISE

Projeto: *Efeitos do resfriamento da cabeça no desempenho e nas respostas termorregulatórias durante a corrida de intensidade autorregulada sob o sol.*

Mestrando: Lucas Leite Lima

Orientador: Dr. Emerson Silami Garcia

Orientações para o voluntário

- Evite o uso de qualquer tipo de medicamento ou suplementos durante a participação no estudo. Se utilizar, avisar ao responsável pelo estudo.
- Um dia antes de cada sessão experimental, você deverá se abster da ingestão de álcool, cafeína e exercícios extenuantes (principalmente com os membros inferiores).
- No dia anteriores à primeira situação experimental na manhã do dia experimental, caberá a você fazer um “*Registro Alimentar*” (em uma planilha que será fornecida pelos pesquisadores); anotando a hora, o tipo e a quantidade de alimento ingerido. Esse registro servirá para você replicar a mesma alimentação no dia anterior e na manhã da segunda sessão experimental.
- Evite realizar atividades físicas antes dos experimentos, como andar de bicicleta ou fazer caminhadas longas.
- **No dia de cada experimento, faça um lanche reforçado por volta das 10h da manhã, pois os testes serão às 12h e esta será sua última refeição antes da corrida.**
- Durma bem na noite anterior ao experimento.

MODELO DE PREENCHIMENTO DO REGISTRO ALIMENTAR
--

<i>Refeição</i>	<i>Alimento</i>	<i>Quantidade</i>
Café da manhã (07h)	Leite integral Nescau Biscoito água e sal Manteiga Mamão	1 copo de requeijão 2 colheres de sopa 5 unidades 1 ponta de faca ½ unidade
Lanche (10h)	Banana prata	1 unidade
Almoço (12h30min)	Arroz Feijão Filé de peito de frango Alface Tomate Suco de laranja (refresco)	2 colheres de servir 1 concha média 1 unidade 2 folhas 2 fatias 1 copo de requeijão
Lanche (15h)	Pão de sal Queijo mussarela Leite integral Presunto Manteiga	1 unidade 1 fatia 1 copo de requeijão 1 fatia 1 ponta de faca
Lanche (17h)	Suco de Frutas (refresco) Salgado assado (pastel)	1 copo de requeijão 1 unidade (grande)
Jantar (20h)	Arroz Feijão Coxa assada Macarrão à bolonhesa Suco de limão (clight)	1 colher de servir 1 concha média 1 unidade 4 pegadores 1 copo de requeijão
Observações:		

