

MATHEUS MASCARENHAS SACCHETTO NUNES LEITE

**A UMIDADE RELATIVA DO AR REDUZ O DESEMPENHO FÍSICO E
AUMENTA O ESTRESSE TÉRMICO DURANTE A CORRIDA EM
INTENSIDADE AUTORREGULADA REALIZADA EM AMBIENTE
QUENTE**

Belo Horizonte

2016

Matheus Mascarenhas Sacchetto Nunes Leite

A UMIDADE RELATIVA DO AR REDUZ O DESEMPENHO FÍSICO E AUMENTA O
ESTRESSE TÉRMICO DURANTE A CORRIDA EM INTENSIDADE
AUTORREGULADA REALIZADA EM AMBIENTE QUENTE

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

Área de Concentração: Treinamento Esportivo
Linha de pesquisa: Termorregulação, Metabolismo e Mecanismos de Fadiga

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Danusa Dias Soares
Co-orientador: Prof. Dr. Samuel Penna Wanner

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional / UFMG

2016

L533u Leite, Matheus Mascarenhas Sacchetto Nunes
2016 A umidade relativa do ar reduz o desempenho físico e aumenta o estresse térmico durante a corrida em intensidade autorregulada realizada em ambiente quente. [manuscrito] / Matheus Mascarenhas Sacchetto Nunes Leite – 2016.

87., enc.: il.

Orientadora: Danusa Dias Soares

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

Bibliografia: f. 73-79

1. Esportes – Aspectos fisiológicos - Teses. 2. Corridas - Teses. 3. Corredores (esporte) – Teses. 4. Temperatura – Efeitos fisiológicos - Teses. 5. Regulação Corporal - Teses. I. Soares, Danusa Dias. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 613.2

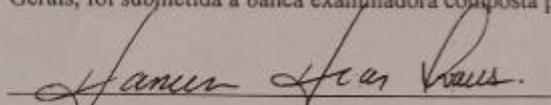
Ficha catalográfica elaborada pela equipe de bibliotecários da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais.

FOLHA DE APROVAÇÃO

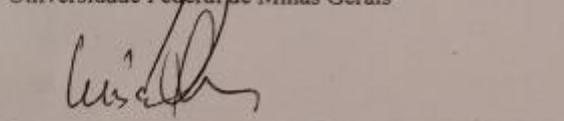


UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte

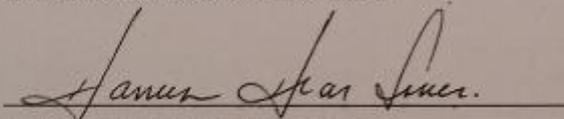
A Dissertação intitulada "Efeitos da Umidade Relativa do Ar sobre o Desempenho Físico e as Variáveis Termorregulatórias durante a Corrida em Intensidade Autorregulada", de autoria do mestrando **Matheus Mascarenhas Sacchetto Nunes Leite**, defendida em 28 de abril de 2016, na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, foi submetida à banca examinadora composta pelos professores:



Prof. Dra. Danusa Dias Soares (Orientadora)
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Universidade Federal de Minas Gerais



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



Prof. Dr. Flávio de Castro Magalhães
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

*Como o Prof. Flávio de Castro Magalhães participou da Banca à distância, a Prof. Dra. Danusa Dias Soares, orientadora e presidente da comissão assinará a ata em nome do mesmo e terá validade de 60 dias. Procedimento aprovado pelo colegiado de Pós-Graduação em Ciências do Esporte.

Belo Horizonte, 28 de abril de 2016.

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Fisiologia do Exercício (LAFISE) da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) com os auxílios concedidos pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

À minha família.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço aos meus pais, Cristina e Roberto por me amarem incondicionalmente e por nunca terem medido esforços para que eu pudesse ter a melhor formação possível. Mãe, muito obrigado por todas as vezes que você abriu mão dos seus sonhos para poder sonhar os meus. Se eu consegui me graduar como educador físico e hoje estou me tornando um mestre, boa parte disso eu devo a você. Pai, obrigado por ser o meu melhor amigo e o meu maior herói. Com você eu aprendi a correr atrás dos meus sonhos e a ser uma pessoa responsável por minhas atitudes. Agradeço também ao Tonelli, meu padrasto, por todo apoio e amizade ao longo de tantos anos.

Às minhas irmãs, Laís e Mariana. Obrigado Laís, por ter sido minha companheira desde sempre, compartilhando comigo boa parte dos melhores momentos da minha vida. Mariana, obrigado por me fazer entender que o amor entre irmãos não pode ser diminuído pela distância que nos separa.

Aos meus avós, especialmente a vovó Foinha e o vovô Marcello por terem sido grandes apoiadores de todas as minhas decisões. Obrigado por todos os incentivos para que eu pudesse sempre correr atrás dos meus sonhos. Com vocês, tenho a certeza de que nunca caminhei sozinho.

Aos meus tios, tias, primos, primas e todos os meus familiares que de alguma forma contribuíram para que estivesse onde estou hoje. Em especial, aos meus padrinhos, tia Ângela e Alexandre, por todos os bons momentos que me fazem ter a certeza de que eu não poderia ter tido padrinhos melhores.

À minha namorada, Carol e a toda sua família. Obrigado, meu amor, por todo o companheirismo, carinho e amor incondicional ao longo desses sete anos. Obrigado também pela paciência e por todas as vezes que você me escutou falar de fisiologia do exercício e demonstrou interesse, mesmo sem entender nada do que eu estava falando. Tenho a certeza de que com você ao meu lado, eu sou uma pessoa melhor. Eu te amo!

À minha orientadora, professora Danusa, por acreditar no meu potencial como aluno e me “adotar” após a aposentadoria do professor Emerson. Obrigado por todos os ensinamentos.

Ao meu coorientador, professor Samuel, por todo apoio ao longo desses dois anos. Obrigado por toda a ajuda e por todas as conversas. Sem a sua participação, eu não teria conseguido concluir essa caminhada.

Aos membros da banca, os professores Luciano e Flávio por terem dedicado um tempo para ler e contribuir com o meu trabalho e minha formação. Obrigado Luciano, por toda amizade que vem desde a minha graduação e obrigado Flávio, por todas as vezes que você se colocou à disposição para me ajudar e contribuir na elaboração do projeto.

A todos os colegas do LAFISE que tive o prazer de conviver e aprender por todos esses anos, desde a iniciação científica até agora. Que venha agora o doutorado!

Ao professor Emerson Silami por ter sido o meu orientador na iniciação científica e por todo o exemplo de dedicação à profissão.

À professora Micena Roberta pela oportunidade de ter sido seu monitor de Anatomia e por todo o carinho ao longo de tantos anos. Você foi a responsável pelo pontapé inicial no meu desejo de me tornar um professor.

Ao professor Mauro Heleno pela oportunidade de ter sido seu monitor de Treinamento Esportivo. Obrigado pelo exemplo de professor e por ter me ensinado a ser um profissional mais crítico e racional. Com você aprendi a não me acomodar e buscar melhorar a cada dia.

Aos amigos da UFMG, Rapha, Alê, Diogo e Jô. Obrigado pela convivência durante a graduação e pela amizade que não se acabou junto com o final da graduação.

Aos amigos do CNSD, Humberto, Pintinho, Toddy, João, Pri, Elis, Dedé e Thaís pela amizade que permanece ao longo de tantos anos, independente da distância.

A todos que dedicaram um minuto sequer para me auxiliar durante as coletas de dados. Sem vocês seria impossível a realização desse trabalho. Um obrigado especial aos amigos, Mariah, Adriano, Wesley e Gustavo por toda a ajuda durante as coletas.

Aos voluntários, por terem aceitado fazer parte do estudo, mesmo sem receber nada em troca além da minha gratidão. Serei sempre grato a cada um de vocês.

Ao povo brasileiro, por custear minha formação, desde a faculdade até agora.

“Talvez eu não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas graças a Deus, não sou o que era antes.”

(Marthin Luther King)

RESUMO

Em competições de longa duração, como as provas de corrida de rua, o ambiente tem um papel importante sobre desempenho físico dos atletas. Diversos estudos avaliaram os efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho físico em diferentes modalidades e tipos de exercício, entretanto, os efeitos isolados da umidade relativa do ar (URA) em um exercício de corrida autorregulada ainda são desconhecidos. O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos da umidade relativa do ar sobre o desempenho físico e as variáveis termorregulatórias em exercícios de corrida de 10 km, realizados de forma autorregulada. Nove homens ($29,1 \pm 3,6$ anos; $80,1 \pm 8,4$ kg; $176,9 \pm 6,0$ cm; $58,4 \pm 7,2$ mL O₂.kg⁻¹.min⁻¹) foram submetidos à três situações experimentais. Em todas elas, os voluntários deveriam correr 10 km o mais rápido possível. Os exercícios foram realizados sob uma mesma temperatura ambiental (33°C), mas com três diferentes URA: 39%, 56% ou 78%. O tempo total de exercício foi maior na situação 78% quando comparado às situações 39% e 56%, que não foram diferentes entre si (78%: $54,60 \pm 6,10$ min; 39%: $49,93 \pm 5,70$ min; 56%: $50,05 \pm 6,18$ min). A estratégia de corrida adotada pelos voluntários também foi diferente na situação 78%, em comparação às situações 39% e 56%. A partir do km 6 até o final do exercício, foi observada uma queda na velocidade de corrida em comparação ao km 1 e em comparação às situações 39% e 56%. Por outro lado, a velocidade de corrida no km 1 não foi diferente de nenhum outro momento nas situações 39% e 56%. Nossos resultados apontam um efeito negativo da alta URA sobre o desempenho físico em uma corrida de 10 km realizada de forma autorregulada. Esses resultados corroboram os achados de estudos anteriores, que observaram um menor tempo até a fadiga em um exercício de ciclismo de intensidade fixa, realizado em ambiente quente e úmido. No presente estudo os voluntários não foram capazes de realizar um sprint final na situação 78%. As variáveis termorregulatórias, cardiovasculares e perceptivas também foram afetadas pela alta URA. A temperatura retal foi maior na situação 78% a partir do km 5, o que coincide com a redução na velocidade de corrida. A conclusão é que em um ambiente quente (33°C) a URA elevada (78%) reduziu o desempenho físico, aumentou o estresse fisiológico e modificou a estratégia de corrida de corredores em um exercício de corrida de 10 km realizado de forma autorregulada.

Palavras-chave: Umidade, Desempenho, Corrida.

ABSTRACT

During prolonged exercises, such as endurance running competitions, the environmental conditions play an important role on physical performance of athletes. Several studies have evaluated the effects of ambient temperature on physical performance at different types of exercises; however, the isolated effects of relative humidity (RH) in a self-paced running exercise are still unknown. The aim of this study was to evaluate the effects of relative humidity on physical performance and thermoregulatory responses in a 10-km self-paced running exercise. Nine men (29.1 ± 3.6 years; 80.1 ± 8.4 kg; 176.9 ± 6.0 cm; 58.4 ± 7.2 mL O₂.kg⁻¹.min⁻¹) underwent three experimental trials. In all of them they should run 10-km as fast as possible. The exercises trials were always performed at the same temperature (hot environment = 33°C), but with different relative humidity: 39%, 56% and 78%. The significance level was set at $p < 0.05$. Physical performance in the 10-Km self-paced running exercise decreased in the 78% trial when compared to the 39 and 56% trials (78%: 54.60 ± 6.10 min; 39%: 49.93 ± 5.70 min; 56%: 50.05 ± 6.18 min), indicating that athletes had a lower average speed while running in the most humid condition. The pacing strategy adopted by the volunteers in the 78% trial was different from that of the 39% and 56% RH trials. From the 6th km until the end of the exercise, it was observed a fall in the average speed in the 78% situation compared to the 1st km and also compared to 39% and 56% situations. On the other hand, the average speed from the 1st km on was not different at any time in the 39% and 56% situations. Our findings show a detrimental effect of high relative humidity on physical performance in a 10-km self-paced running. Our results agree with previous studies that observed a lower time to exhaustion in a fixed intensity cycling exercise performed on a hot-humid environment. The athletes could not perform a final sprint, when running at 78% of relative humidity. Thermoregulatory, cardiovascular and psychological variables were also affected by the different relative humidity. Moreover, rectal temperature was higher in 78% trial from the 5th km until the end of exercise, which matches with the observed reduction in average speed. We conclude that in a hot environment (33°C) the higher relative humidity (78%) decreased physical performance, increased physiological strain and changed the pacing strategy of athletes in a 10-km self-paced running exercise.

Keywords: Humidity, Performance, Running.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Esquema ilustrativo do delineamento experimental.....	28
Figura 2. Esquema ilustrativo das situações experimentais.....	32
Figura 3. Modelo da escala de sensação térmica utilizada nas situações experimentais.....	35
Figura 4. Exemplo de estímulo visual que o voluntário recebe durante o PVT.....	40
Figura 5. Modelo da versão traduzida para o português do BRUMS.....	40
Figura 6. Tempo total (min.) gasto para percorrer a distância de 10 km nas três situações experimentais.....	42
Figura 7. Estratégia adotada para percorrer a distância de 10 km nas três situações experimentais.....	43
Figura 8. Comportamento da FC ao longo dos 10 km de corrida nas três situações experimentais.....	44
Figura 9. Comportamento da PSE ao longo dos 10 km de corrida nas três situações experimentais.....	45
Figura 10. Comportamento da ST ao longo dos 10 km de corrida nas três situações experimentais.....	46
Figura 11. Comportamento da temperatura retal ao longo dos 10 km de corrida nas três situações experimentais.....	47
Figura 12. Comportamento da temperatura da pele ao longo dos 10 km de corrida nas três situações experimentais.....	48
Figura 13. Sudorese total (L) observada nas três situações experimentais.....	49
Figura 14. Taxa de sudorese (L/h) observada nas três situações experimentais.....	50
Figura 15. Produção de calor (W/m^2) observada nas três situações experimentais.....	52
Figura 16. Acúmulo de calor (W/m^2) observado nas três situações experimentais.....	53
Figura 17. Perda de calor potencial por evaporação (W/m^2) observada nas três situações experimentais.....	54
Figura 18. Troca de calor por irradiação (W/m^2) observada nas três situações experimentais.....	55
Figura 19. Troca de calor por convecção (W/m^2) observada nas três situações experimentais.....	56
Figura 20. Suor evaporado (W/m^2) observado nas três situações experimentais.....	57

Figura 21. Eficiência sudorípara (%) observada nas três situações experimentais.....	58
Figura 22. Capacidade evaporativa máxima do ambiente (W/m ²) observada nas três situações experimentais.....	59
Figura 23. Percentual de pele molhada (%) observado nas três situações experimentais.....	60
Figura 24. Eficiência termorregulatória (%) observada nas três situações experimentais.....	61
Figura 25. Concentrações de lactato sanguíneo (mMol/L) pré e pós exercício observadas nas três situações experimentais.....	62
Figura 26. Variação percentual do volume plasmático (%) observada nas três situações experimentais.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características físicas da amostra.....	27
Tabela 2. Condições ambientais durante as situações experimentais.....	31
Tabela 3. Gravidade específica da urina pré e pós-exercício e a ingestão de água nas três situações experimentais.....	51
Tabela 4. Tempos de reação, total de lapsos e inícios falsos observados pré e pós-exercício nas três situações experimentais através da aplicação do PVT.....	64
Tabela 5. Estado de humor observados pré e pós-exercício nas três situações experimentais através da aplicação do questionário BRUMS.....	65

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

η_{sw} – Eficiência sudorípara

ΣDC – Somatório das dobras cutâneas

$\Delta\%VP$ – Variação percentual do volume plasmático

AIE – Asma induzida pelo exercício

ASC – Área de superfície corporal

bpm – Batimentos por minuto

C – Troca de calor por convecção

COEP – Comitê de ética em pesquisas

EEFFTO – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

$E_{m\acute{a}x}$ – Capacidade evaporativa máxima do ambiente

E_p – Perda de calor potencial por evaporação

E_{sw} – Suor evaporado

FC – Frequência cardíaca

GEU – Gravidade específica da urina

H – Produção de calor

IBUTG – Índice de bulbo úmido e termômetro de globo

LAFISE – Laboratório de Fisiologia do Exercício

PAR-Q – Questionário de risco para atividade física

PSE – Percepção subjetiva de esforço

R – Troca de calor por irradiação

RER – Razão de trocas respiratórias

S – Acúmulo de calor

$S/(H \pm R \pm C)$ – Relação entre acúmulo de calor e carga térmica total

ST – Sensação térmica

TCLE – Termo de consentimento livre e esclarecido

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

URA – Umidade relativa do ar

VO_2 – Consumo de oxigênio

$VO_{2\text{máx}}$ – Consumo máximo de oxigênio

$VO_{2\text{pico}}$ – Maior valor de consumo de oxigênio medido no último minuto do teste progressivo

w_{sk} – Percentual de pele molhada

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. OBJETIVOS	24
3. HIPÓTESES ESTATÍSTICAS	25
3.1. Em relação ao desempenho físico.....	25
3.2. Em relação ao desempenho cognitivo	25
3.3. Em relação ao estresse termorregulatório	25
4. MATERIAIS E MÉTODOS	26
4.1. Cuidados éticos	26
4.2. Amostra.....	26
4.3. Delineamento experimental	27
4.4. Procedimentos anteriores às situações experimentais.....	28
4.4.1. Caracterização da amostra.....	29
4.4.2. Massa corporal	29
4.4.3. Estatura.....	30
4.4.4. Somatório das dobras cutâneas (Σ DC).....	30
4.4.5. Consumo máximo de oxigênio ($VO_{2m\acute{a}x}$)	30
4.4.6. Familiarização	31
4.5. Situações experimentais.....	31
4.5.1. Procedimentos pré-exercício	32
4.5.2. Procedimentos durante o exercício (corrida de 10 km).....	33
4.5.3. Procedimentos pós-exercício.....	34
4.6. Variáveis estudadas.....	34
4.6.1. Desempenho físico	34
4.6.2. Variáveis perceptivas	34
4.6.3. Variáveis termorregulatórias	35
4.6.4. Variáveis termodinâmicas	36
4.6.5. Variáveis sanguíneas	39
4.6.6. Variáveis cognitivas	39
4.7. Análise estatística	41
RESULTADOS	42
5.1. Desempenho físico.....	42

5.2. Variáveis perceptivas	45
5.3. Variáveis termorregulatórias	47
5.4. Variáveis termodinâmicas	52
5.5. Variáveis sanguíneas	62
5.6. Variáveis cognitivas	64
6. DISCUSSÃO	66
7. CONCLUSÃO	73
REFERÊNCIAS	74
ANEXOS	79
APÊNDICES	80

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a corrida de rua vem ganhando muito praticantes. Além do número de praticantes, observa-se um aumento no número de eventos, que variam principalmente entre os 10 e os 42,2 km (DALLARI, 2009). O grande marco para a história das corridas de rua foi a maratona dos jogos olímpicos de Atenas, em 1896 (DALLARI, 2009), entretanto o grande *boom* das corridas de rua se deu nos anos 70, quando o médico americano Kenneth Cooper passou a defender a prática da corrida como forma de lazer e de busca pela saúde (ROJO, 2014). Desde então, o número de provas e de participantes passou a aumentar consideravelmente. Um exemplo desse aumento é a Maratona de Nova Iorque, que em 1970, em sua primeira edição teve um total de 127 participantes (55 concluintes) e no ano de 2014 teve um total de 50.530 concluintes¹.

Entre as várias provas que a corrida de rua engloba, a de 10 km é uma das mais populares. Nos Estados Unidos, das três maiores provas de 2014 em número de participantes, duas foram de 10 km. A *AJC Peachtree Roadrace* foi a primeira, com 57.660 concluintes e a *BolderBOULDER* a terceira, com 45.816². Em segundo lugar ficou a Maratona de Nova Iorque. Estima-se que 1,4 milhões de participantes completaram uma prova de 10 km no ano de 2014, com o tempo médio de 57:03 para os homens e 01:06:22 para as mulheres³. Um estudo de Cushman *et al.* (2014) analisou o desempenho dos participantes das dez maiores provas de 10 km dos Estados Unidos entre os anos de 2002 e 2011 e observou que entre os corredores que completavam o percurso abaixo de 1h, o tempo médio era de 51:28 para os homens e 54:39 para as mulheres. Os autores também observaram um aumento no número de corredores sub-1h ao longo dos anos, o que mostra que as provas têm ficado mais competitivas ao longo dos últimos anos. Byrne *et al.* (2006) realizaram um estudo com corredores amadores e observaram que ao completarem um prova de 21,1 km esses corredores chegaram ao final do exercício com valores bastante elevados de temperatura interna (39,9°C) e frequência cardíaca (FC; 181 bpm), indicando que eles estavam bem próximos do seu limite fisiológico.

A fadiga aguda é definida por Gibson & Noakes (2004) como uma diminuição na produção de força ou incapacidade de manter a geração da força original, na presença de um

¹ <http://www.tcsnycmarathon.org/about-the-race/history-of-the-new-york-city-marathon>

² <http://www.runningusa.org/largest-races>

³ <http://www.runningusa.org/2015-state-of-sport-us-trends>

aumento da percepção de esforço. Vários modelos teóricos discutem e tentam explicar esse fenômeno, dentre os quais estão os modelos do “Governador Central” (GIBSON & NOAKES, 2004) e dos “Limites Integrados” (RODRIGUES & SILAMI-GARCIA, 1998). Ambos os modelos entendem a fadiga como um mecanismo de proteção que envolve várias respostas fisiológicas que, de forma integrada, atuam para evitar a falha dos sistemas fisiológicos.

Durante o exercício físico, um dos fatores que contribuem para o desencadeamento da fadiga é o aumento da temperatura corporal interna. Gonzalez-Alonso *et al.* (1999) observaram que a temperatura interna no início do exercício está relacionada com reduzida capacidade de realizar exercícios prolongados no calor. Assim, quanto maior a temperatura interna inicial, menor o desempenho físico. Essa redução no desempenho causada pelo calor estaria relacionada a uma redução no $VO_{2máx}$, o que levaria a uma maior intensidade relativa de exercício, aumentando assim o estresse cardiovascular e conseqüentemente a percepção subjetiva de esforço (PSE) (CHEUVRONT *et al.*, 2010).

Em competições de longa duração, como as provas de corrida de rua, o ambiente tem um papel importante sobre desempenho físico dos atletas (ELY *et al.*, 2007; 2008; HELOU *et al.*, 2012). Diversos estudos avaliaram o efeito da temperatura ambiente (GALLOWAY & MAUGHAM, 1997; MAIA-LIMA, 2012; RAMOS, 2012), da umidade relativa do ar (URA) (HAYES *et al.*, 2014; MAUGHAN *et al.*, 2012; MOYEN *et al.*, 2014; ZHAO *et al.*, 2013) e do Índice de Bulbo Úmido e Temperatura de Globo (IBUTG) (ELY *et al.*, 2007) sobre o desempenho físico.

Um estudo pioneiro de Galloway & Maugham (1997) comparou os efeitos de quatro diferentes temperaturas ambientais sobre o desempenho físico de ciclistas. Os voluntários deveriam pedalar a 70% do $VO_{2máx}$ até a fadiga, em ambientes com temperaturas de 4, 11, 21 ou 31°C, URA de 70% e velocidade do vento de 0,7 m.s⁻¹. Os resultados mostraram que o tempo de exercício foi 44% (~42 minutos) menor no ambiente mais quente (31°C), quando comparado ao ambiente no qual os voluntários pedalarão por mais tempo (11°C).

Estudos recentes realizados no Laboratório de Fisiologia do Exercício (LAFISE) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) avaliaram os efeitos da temperatura ambiente no desempenho de ciclistas durante exercícios de intensidade fixa ou autorregulada (MAIA-LIMA, 2012; MORAES, 2010; RAMOS, 2012). Nos estudos de Maia-Lima (2012) e Ramos

(2012), o desempenho de ciclismo em ambiente quente (35°C, 68% URA) foi menor em comparação com o ambiente temperado (24°C, 68% URA). Por outro lado, o trabalho realizado por Moraes (2010) não mostrou efeitos da temperatura ambiente (34°C, 65% URA vs 23°C, 62% URA) sobre o desempenho de ciclistas.

O IBUTG é utilizado para avaliar o estresse térmico causado por um ambiente. Esse índice leva em consideração as temperaturas seca (temperatura ambiente) e úmida (influenciada pela URA) do ambiente, além da temperatura de globo (medida da irradiação solar) no caso de ambientes externos. Dessas temperaturas, a temperatura úmida determina em 70% o valor do IBUTG. Ely *et al.* (2007) avaliaram o desempenho de maratonistas em diferentes condições ambientais e observaram importante correlação inversa entre o desempenho dos corredores e o IBUTG.

Apesar de ser utilizado como um índice de estresse térmico causado pelas condições ambientais (temperatura e URA) (ELY *et al.*, 2007), o IBUTG apresenta algumas limitações (BROCHERIE & MILLET, 2015; BUDD, 2008). Segundo Budd (2008), o IBUTG responde inadequadamente às variações de URA e fluxo de ar. Assim, em situações nas quais a perda evaporativa é restrita, o IBUTG subestima o estresse térmico do ambiente. Em paralelo, Brocherie & Millet (2015) destacam que o IBUTG não reflete adequadamente a severidade do ambiente. Isso ocorre principalmente pelos seguintes fatores:

1. Utilização de instrumentos não padronizados ou procedimentos de calibração inadequados.
2. A medida da temperatura de bulbo úmido, que sofre influência de trocas de calor por radiação e convecção.
3. A ausência da medida da velocidade do vento.
4. A não consideração ao tipo de roupa que está sendo utilizada.

Além da temperatura ambiente e do IBUTG, recentemente têm sido estudados os efeitos da URA sobre o desempenho físico (HAYES *et al.*, 2014; MAUGHAN *et al.*, 2012; MOYEN *et al.*, 2014; ZHAO *et al.*, 2013). Durante o exercício realizado em ambientes quentes, o gradiente de temperatura entre a pele e o ar diminui, limitando a perda de calor corporal por convecção e irradiação. Se a temperatura ambiente ultrapassar a temperatura da pele, a perda de calor por esses mecanismos deixa de acontecer e o corpo passa a ganhar calor do ambiente. Sendo assim, a dependência do mecanismo de evaporação (principalmente do

suor) para dissipar o calor produzido pelo exercício torna-se maior. Contudo, em ambientes com valores elevados de URA, a evaporação do suor é prejudicada, reduzindo a capacidade termorregulatória por este mecanismo nos indivíduos submetidos ao exercício (SMOLANDER *et al.*, 1990; MOYEN *et al.*, 2014). Por outro lado, quando a URA é baixa, o suor produzido é mais facilmente evaporado, permitindo que o calor seja transferido da pele para o ambiente de forma mais eficiente.

Zhao *et al.* (2013) investigaram os efeitos da URA sobre o desempenho aeróbio e anaeróbio. Nove atletas universitários realizaram testes para medida da capacidade aeróbia máxima ($VO_{2máx}$) e para medida da potência anaeróbica (*Wingate*) em três diferentes condições ambientais: 1) 21°C e 20% URA; 2) 33°C e 20% URA; 3) 33°C e 80% URA. Os autores não observaram diferenças na potência pico em nenhuma das três situações experimentais, após o teste de *Wingate*. Por outro lado, os autores observaram uma redução nos valores de $VO_{2máx}$, nas situações realizadas no calor, em comparação ao controle (21 °C e 20% URA). Já para as duas situações realizadas no calor não foram observadas diferenças no desempenho aeróbico, indicando que, nesse caso, a URA não foi um fator limitante.

Hayes *et al.* (2014) estudaram os efeitos dos ambientes quente e seco versus quente e úmido, pareados para um mesmo estresse térmico (*Physiological strain index*; PSI) sobre a capacidade de realizar *sprints* repetidos. Submeteram onze indivíduos praticantes de esportes coletivos a um protocolo de 40 minutos de exercício, divididos em séries de dois minutos. Em cada série, os voluntários ficavam 10 segundos em repouso, 5 segundos realizando um *sprint* e 105 segundos em recuperação ativa. Esse protocolo foi realizado em três diferentes condições ambientais: 1) 21,2°C e 48,6% URA; 2) 33,7°C e 78,2% URA; 3) 40,2°C e 33,1% URA. Os autores não observaram diferenças na capacidade de realizar *sprints* repetidos nas situações realizadas no calor.

Moyen *et al.* (2014) em um estudo realizado com treze indivíduos fisicamente ativos, observaram os efeitos de diferentes URA sobre o desempenho em um exercício de baixa intensidade realizado no calor. Os indivíduos realizaram quatro situações experimentais, nas quais deveriam caminhar 90 minutos, a 35% do $VO_{2máx}$ em um ambiente quente (35°C) e URA de 40, 55, 70 ou 85%. Os autores observaram uma redução da perda evaporativa e um aumento na produção e acúmulo de calor, bem como da temperatura interna na medida em que a URA aumentava.

Maughan *et al.* (2012) avaliaram a influência da URA no desempenho físico em um exercício de intensidade fixa, realizado até a interrupção voluntária do esforço. Nas diferentes situações experimentais, os indivíduos deveriam pedalar a uma intensidade de 70% do $VO_{2máx}$, em um ambiente com uma temperatura seca de 30°C e URA de 24, 40, 60 ou 80%. Os resultados mostraram redução do desempenho nas situações 60 e 80% em relação à situação 24% URA. Segundo os autores, a redução no desempenho causada pela URA elevada poderia estar associada a uma maior taxa de acúmulo de calor e maior temperatura da pele, uma vez que a frequência cardíaca, fluxo sanguíneo e variáveis sanguíneas (variação do volume plasmático, osmolaridade do plasma e glicose sanguínea) não foram diferentes entre as situações experimentais. Até o momento, o estudo de Maughan *et al.* (2012) havia sido o único a avaliar os efeitos isolados da URA sobre o desempenho físico em exercício prolongado de intensidade fixa até a fadiga. Entretanto, podemos considerar a utilização de uma intensidade fixa no estudo de Maughan *et al.* (2012) como uma limitação, pois não condiz com a realidade da prática esportiva, na qual a intensidade de esforço é geralmente autorregulada. Segundo Currel & Jeukendrup (2008), os protocolos de exercícios com intensidade autorregulada são mais adequados para estudar o desempenho físico do que aqueles de intensidade fixa, uma vez que simulam melhor as respostas fisiológicas observadas na prática esportiva.

Alguns autores defendem que em exercícios onde a intensidade é autorregulada, o indivíduo tem a possibilidade de selecionar uma determinada intensidade de exercício na qual ele consiga antecipar e evitar quaisquer alterações fisiológicas que possam vir a limitar o desempenho físico (TUCKER & NOAKES, 2009). Tucker (2009) defende que qualquer alteração na homeostase vai refletir em alterações na PSE, que vai influenciar de forma antecipatória na intensidade de exercício escolhida pelo indivíduo. Essa escolha da intensidade parece estar relacionada com as expectativas pré-exercício e com o *feedback* periférico, que fazem com que o indivíduo esteja continuamente comparando a PSE momentânea com a esperada para aquele dado momento do exercício.

Em eventos com duração entre 20 e 120 minutos, a temperatura interna parece ser o principal determinante da distribuição da intensidade (DE KONING *et al.*, 2011). Em exercícios onde a intensidade é fixa, esse aumento na temperatura interna faz com que a PSE aumente na medida em que o tempo passa até que o indivíduo não consiga mais manter a produção de força e voluntariamente interrompa o exercício. Por outro lado, quando o

indivíduo tem a possibilidade de selecionar a intensidade do exercício, um aumento na temperatura interna leva a uma redução na produção de força, mesmo que essa temperatura ainda não seja considerada limitante ao exercício (TUCKER & NOAKES, 2009).

Alguns estudos defendem a ideia de que a possibilidade de regular livremente a intensidade do exercício é suficiente para influenciar na resposta da fadiga, o que poderia modificar o desempenho físico (GOULET, 2013; MORAES, 2010). Recentemente, Goulet (2013) defendeu que o exercício contrarrelógio, realizado em intensidade autorregulada, representa um modelo experimental com validade ecológica. Essa meta-análise escrita por Goulet (2013) comparou diferenças entre o tipo de exercício (intensidade fixa ou autorregulada) e a redução do desempenho causada pela desidratação. Os resultados mostraram que em exercícios realizados de maneira autorregulada, uma perda hídrica de até 4% da massa corporal não afetou o desempenho, enquanto uma redução de 1,75% foi suficiente para reduzi-lo em exercícios de intensidade fixa, mostrando que o tipo de exercício pode ser determinante para alterar o desempenho físico. No estudo de Moraes (2010), o desempenho físico em um exercício de ciclismo autorregulado de 20 minutos não foi diferente entre o ambiente quente (34°C, 65% URA) e o temperado (23°C, 62% URA). Aparentemente, quando o indivíduo pode regular livremente a intensidade do exercício, alguns fatores estressantes para o organismo podem ser compensados de forma a não modificar o desempenho físico.

A estratégia de corrida é considerada um fator determinante para o sucesso em competições esportivas (THIEL *et al.*, 2012; TUCKER *et al.*, 2006). Os atletas devem ser capazes de distribuir a energia disponível e manter uma reserva para que não ocorra a exaustão antes do final do exercício. Essa habilidade de distribuir a intensidade do exercício ao longo de uma corrida é influenciada pela experiência adquirida nos treinos e competições (MICKLEWRIGHT *et al.*, 2010). Tucker *et al.* (2006) mostraram que em competições de 10 km a estratégia de corrida para a obtenção dos recordes mundiais é bastante consistente, sendo caracterizada por uma velocidade inicial ligeiramente superior no início do exercício, seguida de uma leve redução durante a parte intermediária e um aumento no último km. Os autores analisaram 34 recordes mundiais nos 10 km e observaram que em média, as velocidades de corrida eram semelhantes nos primeiros 9 km de exercício e o último km era caracterizado por um aumento na velocidade (*sprint* final). De fato, das 34 provas analisadas, em 25 delas o último km foi o mais rápido da prova enquanto o primeiro km foi o mais rápido em oito.

Em nosso laboratório, Magalhães *et al.* (2010) propuseram a utilização de cálculos termodinâmicos como alternativa para estudar as trocas de calor em seres humanos. Por se tratarem de cálculos que utilizam dados simples, a utilização das equações termodinâmicas pode ser uma ferramenta importante para auxiliar no entendimento dos efeitos da URA sobre as trocas de calor entre os indivíduos e o ambiente. Nesse estudo, Magalhães *et al.* (2010) observaram, após um período de 11 dias de aclimação ao calor, um aumento no percentual da pele molhada, que levou a uma maior perda de calor através da evaporação do suor e conseqüentemente a uma melhora na eficiência termorregulatória.

Nos estudos anteriores que avaliaram os efeitos da URA sobre o desempenho físico, apenas o de Moyen *et al.* (2014) utilizou dados de termodinâmica para tentar elucidar os mecanismos aí envolvidos. Eles observaram maiores valores de produção e acúmulo de calor, bem como das trocas de calor por convecção e irradiação na situação 85% de URA, quando comparada às outras situações experimentais (40%, 55% e 70% URA).

Para além dos efeitos do calor sobre variáveis cardiovasculares, termorregulatórias, metabólicas e mecânicas, tem sido também muito estudado seus efeitos sobre o desempenho cognitivo (HANCOCK & VASMATZIDIS, 2003). Em um estudo de revisão, Hancock & Vasmatzidis (2003) propuseram duas teorias (que não se excluem) para explicar os efeitos do estresse térmico sobre o desempenho cognitivo. A primeira defende que os efeitos do calor sobre a cognição irão variar de acordo com os tipos de tarefas a serem realizadas. Tarefas que exigem menos atenção seriam menos vulneráveis aos efeitos do estresse térmico enquanto as tarefas de maior demanda de atenção seriam mais afetadas. A segunda busca estabelecer uma relação com a temperatura interna. O desempenho cognitivo, especialmente a capacidade de vigilância (atenção sustentada), estaria relacionado com três diferentes estados térmicos do corpo humano:

1. Estado no qual a carga térmica causa um aumento considerável (e contínuo) da temperatura interna. Nesse caso, o corpo acumula calor ao longo do tempo e a redução no desempenho cognitivo é logo notada.
2. Estado de hipertermia “estável” onde a temperatura interna se estabiliza após aumento inicial (dissipação de calor se iguala a produção). Nesse caso, a maioria das evidências aponta para uma melhora nas capacidades cognitivas.

3. Estado onde a carga térmica não é suficiente para causar elevação na temperatura interna. Nesse caso, aparentemente não há efeito do ambiente sobre o desempenho cognitivo.

Apesar de não ser novidade estudar os efeitos do ambiente quente sobre o desempenho físico, até o momento, nenhum dos estudos que avaliaram os efeitos isolados da URA sobre o desempenho físico avaliou o efeito desta variável sobre o desempenho cognitivo e o estado de humor dos voluntários.

Considerando a ausência de estudos que investigaram os efeitos da manipulação isolada da URA sobre o desempenho físico e cognitivo, em um protocolo de exercício com validade ecológica (intensidade autorregulada) e que na prática cotidiana é comum a realização de competições esportivas em ambientes quentes e secos ou em ambientes quentes e úmidos, torna-se evidente a necessidade de se investigar esses efeitos durante exercícios em intensidade autorregulada.

2. OBJETIVOS

Avaliar os efeitos da URA sobre o desempenho físico e cognitivo e as variáveis termorregulatórias em exercícios de corrida de 10 km, realizados de forma autorregulada em ambiente quente.

3. HIPÓTESES ESTATÍSTICAS

3.1 Em relação ao desempenho físico

H₁: O aumento da URA irá reduzir o desempenho físico na corrida de 10 km realizada em ambiente quente.

H₀₋₁: O aumento da URA não irá reduzir o desempenho físico na corrida de 10 km realizada em ambiente quente.

3.2 Em relação ao desempenho cognitivo

H₁: O aumento da URA irá reduzir o desempenho cognitivo na corrida de 10 km realizada em ambiente quente.

H₀₋₁: O aumento da URA não irá reduzir o desempenho cognitivo na corrida de 10 km realizada em ambiente quente.

3.3 Em relação ao estresse termorregulatório

H₂: O aumento da URA irá aumentar o estresse termorregulatório durante uma corrida de 10 km realizada em ambiente quente.

H₀₋₂: O aumento da URA não irá aumentar o estresse termorregulatório durante uma corrida de 10 km realizada em ambiente quente.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Cuidados éticos

Essa pesquisa respeitou as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional de Saúde para pesquisas com seres humanos (Resolução 466/2012) e foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da UFMG (CAAE: 40854115.9.0000.5149) e pelo Colegiado de Pós Graduação em Ciências do Esporte da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO).

Todos os voluntários que se concordaram em fazer parte desse estudo foram informados sobre objetivos, procedimentos e possíveis riscos relacionados à participação no mesmo. Concordando em participar, os voluntários assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE; Apêndice A), estando cientes de que, a qualquer momento, poderiam abandonar o estudo sem precisar se justificar aos pesquisadores.

Com o intuito de preservar a privacidade, saúde e bem-estar dos voluntários, todos os dados relacionados ao experimento foram utilizados apenas para fins de pesquisa e a identidade dos voluntários foi mantida em sigilo. Além disso, todos os voluntários que participaram do estudo receberam, ao final da pesquisa, um relatório contendo informações relacionadas à sua participação na mesma.

4.2. Amostra

Para se determinar o tamanho da amostra, foi realizado um cálculo amostral através do software GPower (versão 3.1.9.2). Foi utilizado o delineamento adotado no presente estudo (ANOVA: Repeated measures, within factors), considerando as três medidas (30, 55 e 80% URA), erro alfa de 0,05 e poder de 0,95. Foi inserido um tamanho do efeito de 2,12 e uma correção de não esfericidade de 1. Foram também utilizados dados prévios publicados da variável desempenho físico (confirmados posteriormente com os dados das coletas) para o cálculo do tamanho da amostra. A partir dos cálculos realizados foi determinado um número mínimo de seis voluntários, porém, considerando a possibilidade de perda amostral, foram recrutados nove voluntários.

Participaram do estudo nove voluntários, do sexo masculino, com idade entre 18 e 35 anos e que realizavam treinamento regular de corrida (nível de desempenho físico três; DE

PAUW *et al.*, 2013). Todos os voluntários foram considerados aptos para a prática de exercícios físicos segundo o questionário de risco para atividade física (PAR-Q; THOMAS *et al.*, 1992; Anexo A) e nenhum deles apresentava sintomas de quaisquer problemas respiratórios. As características físicas dos voluntários estão descritas na (TABELA 1).

Tabela 1. Características físicas da amostra

Idade (anos)	Massa (kg)	Estatura (cm)	Σ DC (mm)	VO _{2máx} (mlO ₂ .kg ⁻¹ .min ⁻¹)	ASC (m ²)
29,1 ± 3,6	80,1 ± 8,4	176,9 ± 6,0	131,0 ± 57,8	58,4 ± 7,2	2,0 ± 0,1

Valores expressos em média ± desvio padrão

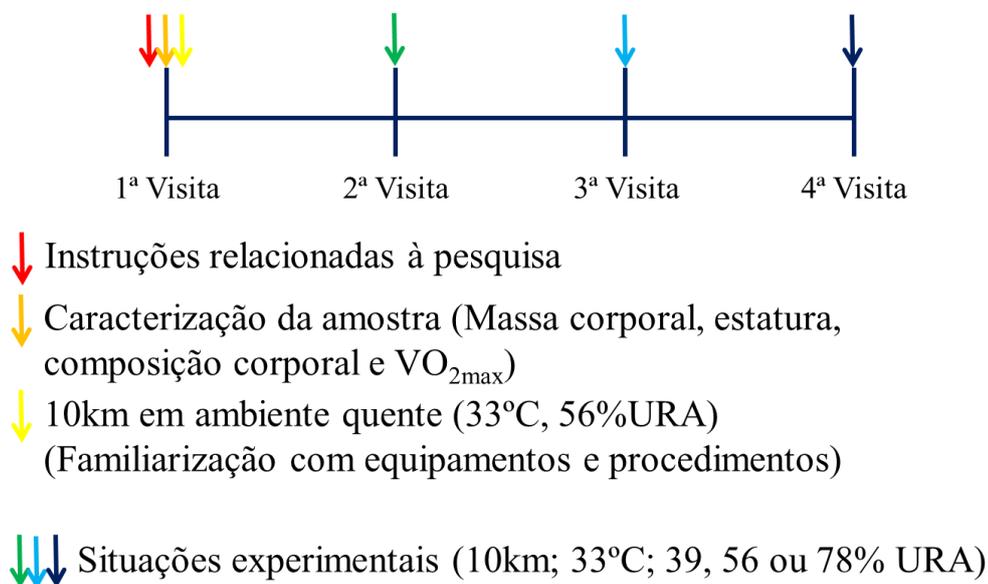
Σ DC = Somatório das dobras cutâneas; ASC = Área de superfície corporal

VO_{2máx} = Consumo máximo de oxigênio

4.3. Delineamento experimental

Os voluntários compareceram ao laboratório em quatro ocasiões, com intervalo de pelo menos 72 h entre cada uma delas. Na primeira visita, os voluntários receberam as instruções relacionadas à pesquisa e foram realizadas as medidas de caracterização da amostra (massa corporal, estatura, Σ DC e VO_{2máx}). Aproximadamente uma hora após a realização do teste de VO_{2máx}, os indivíduos realizaram uma corrida de 10km com intensidade autorregulada em ambiente quente (33°C, 56% URA) com o intuito de se familiarizarem aos equipamentos e procedimentos adotados durante as situações experimentais. Nas visitas seguintes, foram realizadas três situações experimentais de forma aleatória e balanceada: corrida de 10 km em ambiente quente (33°C) com URA de 39%, 56% ou 78% (FIGURA 1). Essas situações obedeceram a um delineamento do tipo quadrado latino (SAMPAIO, 2007).

Figura 1. Esquema ilustrativo do delineamento experimental



As situações experimentais aconteceram sempre no mesmo horário do dia (período da manhã) para evitar influências decorrentes do ritmo circadiano sobre as variáveis analisadas. O exercício foi realizado em uma esteira (*Total Health Evolution HPX350*) colocada dentro de uma câmara ambiental (*WMD 1150-5, Russels Technical Products®, Holland, MI, EUA*) programada para manter $33^{\circ}C$ de temperatura seca e 39, 56 ou 78% de URA. Em todas as situações os sujeitos utilizaram shorts, meias e tênis apropriados para corrida.

Durante a familiarização e as situações experimentais, os indivíduos puderam beber água à vontade (*ad libitum*). A temperatura média da água ingerida pelos voluntários durante as situações experimentais foi de $17,84 \pm 1,90^{\circ}C$. Além disso, foram registrados os momentos de ingestão (distância percorrida e tempo de exercício) e o volume de água ingerido em cada um dos momentos.

4.4. Procedimentos anteriores às situações experimentais

Na primeira visita ao laboratório, os indivíduos receberam todas as explicações relacionadas à pesquisa. O voluntário teve a oportunidade de tirar quaisquer dúvidas a respeito dos procedimentos adotados ao longo das situações experimentais. Os voluntários que concordaram em participar do estudo receberam duas vias idênticas do TCLE, as quais

deveriam assinar e ficar com uma das vias. Além disso, os voluntários preencheram o PAR-Q para que fosse constatada sua aptidão para atividades físicas.

Os voluntários foram orientados a seguir algumas instruções nos dias que antecederam o teste para determinação do $VO_{2máx}$, familiarização e situações experimentais: 1) Evitar o uso de qualquer tipo de medicamento ou suplemento nutricional durante a participação na pesquisa e, se utilizar, avisar aos responsáveis pelo estudo; 2) Dormir bem na noite anterior às visitas ao laboratório; 3) Abster-se de álcool, cafeína e exercícios vigorosos nas 24 horas que antecederam as visitas; 4) Comunicar aos pesquisadores responsáveis sobre imprevistos como doenças, lesões e demais problemas.

Foi recomendado aos voluntários que mantivessem a mesma dieta nas 24 horas anteriores às situações experimentais. Para isso, um recordatório alimentar foi preenchido e entregue aos pesquisadores no dia da primeira situação experimental. Os voluntários ficaram com uma cópia do recordatório para tentar repeti-lo antes das situações seguintes. Essa estratégia foi utilizada para minimizar uma possível influência da alimentação nas variáveis medidas.

4.4.1. Caracterização da amostra

Na primeira visita ao laboratório, foram realizados os procedimentos de caracterização da amostra que consistiam em aferição da massa corporal, estatura e espessura das dobras cutâneas. Além disso, foi realizado um teste para medida do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) dos voluntários.

4.4.2. Massa corporal

A massa corporal (kg) foi aferida com os voluntários nus, descalços e após terem urinado, utilizando-se uma balança digital (*Filizola*[®] - *MF-100, Brasil*) com precisão de 0,02 kg, previamente calibrada.

4.4.3. Estatura

A estatura (cm) foi aferida com os voluntários descalços, utilizando um estadiômetro com precisão de 0,5 cm, acoplado a uma balança mecânica (*Filizola*[®], *Brasil*).

4.4.4. Somatório das dobras cutâneas (Σ DC)

O cálculo do Σ DC foi realizado através do somatório das medidas da espessura das dobras cutâneas (subescapular, tríceps, bíceps, peitoral, subaxilar, suprailíaca, abdominal, coxa e perna). Todas as medidas foram realizadas pelo mesmo avaliador, devidamente treinado, que utilizou um plicômetro científico graduado em milímetros (*Lange*[®], *EUA*).

4.4.5. Consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$)

Para se determinar o $VO_{2máx}$, foi realizado um exercício de intensidade progressiva em esteira (*Total Health Evolution HPX350*) até a interrupção voluntária do esforço. O teste iniciava a uma velocidade de 6,7 km/h e uma inclinação de 10%. A cada 2 minutos, eram realizados incrementos de 1,3 km/h na velocidade e 2% na inclinação, até que o voluntário não fosse capaz de continuar a exercício. As variáveis ventilatórias foram medidas utilizando-se um analisador de gases (*BIOPAC System*[®], *GasSys2*, *EUA*) previamente calibrado. A frequência cardíaca (FC) foi registrada ao final de cada estágio e no momento da interrupção do exercício. Além disso, a PSE foi avaliada ao final de cada estágio através de uma tabela de 15 pontos, sendo 6 o mais fácil e 20 o mais difícil (BORG, 1982).

O maior valor (pico) de consumo de oxigênio (VO_2) observado no último minuto de exercício (VO_{2pico}) foi considerado como o $VO_{2máx}$. Foi considerado atingido o $VO_{2máx}$, quando pelo menos dois dos critérios estabelecidos pelo ACSM (2000) foram observados:

- FC atingida equivalente a 90% $FC_{máx}$ prevista pela equação ($FC_{máx} = 220 - idade$);
- Razão de trocas respiratórias (RER) > 1,06;
- PSE igual a 20 (BORG, 1982);
- Platô no VO_2 mesmo com o aumento de carga. Foi considerado atingido o platô se o aumento no VO_2 foi menor que 50 mL.min⁻¹ durante os últimos 30 s de teste (YOON *et al.*, 2007).

O teste para determinar o $VO_{2m\acute{a}x}$ foi realizado em ambiente temperado (24°C; 50% URA) e com antecedência mínima de 72 horas em relação à primeira situação experimental.

4.4.6. Familiarização

A familiarização foi realizada com o intuito de garantir que os indivíduos estivessem acostumados com os procedimentos adotados nas situações experimentais. Além disso, esperava-se minimizar os efeitos de aprendizagem bem como de ansiedade. Os voluntários foram orientados a correr 10 km no menor tempo possível, sendo que os procedimentos adotados durante a familiarização foram os mesmos adotados durante as situações experimentais, com exceção às punções venosas, que foram realizadas somente nas situações experimentais. As condições ambientais durante a familiarização foram de $32,9 \pm 0,4^{\circ}C$ e $55,7 \pm 2,0\%$ URA.

4.5. Situações experimentais

Durante as situações experimentais, os voluntários foram orientados a correr a distância de 10 km, no menor tempo possível sob uma temperatura seca de 33°C e URA de 39, 56 ou 78% (TABELA 2). As temperaturas seca e úmida foram medidas através de um medidor de estresse térmico (TGD-200, Instrutherm, Brasil) e a URA foi calculada através da diferença entre essas temperaturas. A velocidade do vento foi medida através de um anemômetro digital portátil (AD-250, Instrutherm, Brasil).

Tabela 2. Condições ambientais durante as situações experimentais

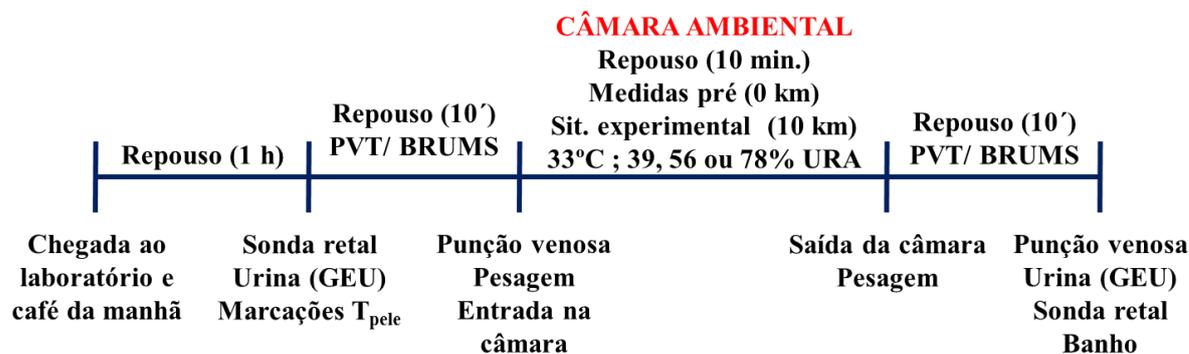
Situação Experimental	Temperatura (°C)	URA (%)	Velocidade do Vento (m.s ⁻¹)	IBUTG
39% URA	33,1 ± 0,2	38,7 ± 7,0	1,4 ± 0,1	25,6 ± 0,3
56% URA	33,0 ± 0,3	55,9 ± 1,8 ^c	1,4 ± 0,1	27,9 ± 0,3 ^c
78% URA	33,0 ± 0,3	77,7 ± 2,1 ^{ab}	1,4 ± 0,1	30,6 ± 0,2 ^{ab}

Valores expressos em média ± desvio padrão

a = 78% URA vs 39% URA ; b = 78% URA vs 56% URA ; c = 56% URA vs 39% URA

A intensidade de exercício foi autorregulada e o único *feedback* recebido pelos voluntários foi a distância percorrida (através do visor da esteira). Os procedimentos adotados durante as situações experimentais estão apresentados na (FIGURA 2).

Figura 2. Esquema ilustrativo das situações experimentais



A distância de 10 km foi escolhida com base em dois critérios: 1) Essa distância é comum em provas de corrida de rua realizadas no Brasil e no mundo e isso pode agregar uma aplicabilidade prática (validade ecológica) importante ao estudo; 2) Esperava-se que a distância de 10 km representasse uma duração de exercício semelhante à duração do exercício investigada por Maughan *et al.* (2012), o que foi confirmado após a realização do experimento. Os valores de URA escolhidos são semelhantes aos utilizados em estudos recentes que avaliaram os efeitos da URA sobre o desempenho físico e a termorregulação (HAYES *et al.*, 2014; MAUGHAN *et al.*, 2012; MOYEN *et al.*, 2014; ZHAO *et al.*, 2013). Além disso, eles representam valores extremos (seco e úmido), comuns de serem observados durante competições esportivas em diferentes regiões do Brasil e um valor intermediário.

4.5.1. Procedimentos pré-exercício

Para as situações experimentais, os voluntários foram orientados a comparecerem ao laboratório em jejum (sem café da manhã). Quando chegaram, os voluntários foram encaminhados a uma sala onde receberam um lanche padronizado por um nutricionista membro do LAFISE (Apêndice B) e 500 mL de água. Após o lanche, foi estabelecido um período de uma hora até que os pesquisadores iniciassem os procedimentos pré-exercício.

Após o período de uma hora, os voluntários foram direcionados ao vestiário para que pudessem fazer a inserção de uma sonda retal descartável e urinar em um copo descartável. A

urina coletada foi utilizada para verificar o estado de hidratação dos indivíduos, através da medida da gravidade específica da urina (GEU).

Posteriormente, foram feitas as marcações para medidas de temperatura da pele (testa, escápula, peito, braço, antebraço, mão, coxa e perna) e então os mesmos eram encaminhados a uma sala (temperatura de aproximadamente 24°C) para a realização de um teste de vigilância (*Psychomotor Vigilance Task*; PVT) e o preenchimento de um questionário de estado de humor (*Brunel Mood Scale*; BRUMS). Durante essas avaliações, os voluntários permaneciam sentados por 10 minutos e logo após foi realizada a punção venosa (AHLGRIM *et al.*, 2010), por um profissional da área de saúde, devidamente capacitado.

A punção venosa foi realizada através da veia mais proeminente da fossa antecubital do antebraço. Para isso, uma agulha para coletas de sangue (Flashback 25 x 8 - BD Vacutainer™, Reino Unido) foi fixada a um adaptador estéril, no qual tubos a vácuo foram encaixados para a retirada das amostras sanguíneas. Os aspectos relacionados à biossegurança foram rigorosamente observados durante as colheitas de sangue. Técnicas de higienização, esterilização e assepsia foram respeitadas e previamente treinadas. Todos os materiais relacionados às colheitas de sangue foram descartados, o lixo hospitalar foi apropriadamente armazenado e, se necessário, tratado para descarte no meio ambiente. Em seguida, foi aferida a massa corporal, estando os voluntários nus e utilizando apenas a sonda retal.

4.5.2. Procedimentos durante o exercício (corrida de 10 km)

Após todos os procedimentos prévios à realização da corrida, os voluntários foram encaminhados à câmara ambiental, onde ficaram em repouso por dez minutos para realização das medidas pré-exercício (0 km). Os sujeitos foram orientados a correr em uma esteira, a distância de 10 km no menor tempo possível (contrarrelógio). A esteira foi iniciada por um pesquisador responsável e os voluntários puderam alterar a velocidade da mesma a qualquer momento, caracterizando, portanto, a corrida como de intensidade autorregulada. Durante o exercício, o único *feedback* que o voluntário recebia era a distância total percorrida, através do visor da esteira.

4.5.3. Procedimentos pós-exercício

Ao final do exercício, os voluntários foram encaminhados para fora da câmara ambiental, onde receberam uma toalha para secar o corpo, para que não houvesse interferência na aferição da massa corporal pós-exercício. Os indivíduos foram pesados nus, utilizando apenas a sonda retal.

Posteriormente, os voluntários realizaram novamente o PVT e o preenchimento do BRUMS (sala de experimentos, com temperatura aproximada de 24°C) e após os 10 minutos sentados realizaram a punção venosa pós-exercício. Após a punção, os voluntários foram encaminhados ao vestiário, onde retiraram e descartaram a sonda retal e urinaram em copo descartável. Na sequência, foram liberados para tomarem banho e se trocarem.

4.6. Variáveis estudadas

4.6.1. Desempenho físico

O tempo total de exercício correspondeu ao intervalo entre o início e o término do exercício (corrida de 10 km), medido com o uso de um cronômetro. Além disso, foi analisada a estratégia de corrida dos voluntários durante as situações experimentais. Para isso, foram calculadas as velocidades médias de corrida a cada 1 km e foi avaliada a distribuição da intensidade de exercício ao longo do exercício.

A FC, expressa em batimentos por minuto (bpm) foi monitorada continuamente, utilizando-se um cardiofrequencímetro (*Polar s810, Kempele, Finlândia*). Os valores absolutos de FC foram registrados nos momentos pré e pós-exercício e a cada 1 km.

4.6.2. Variáveis perceptivas

A PSE foi medida a cada 1 km e ao final da corrida através da escala proposta por Borg (1982), na qual o indivíduo indicou o nível de esforço percebido. Essa escala varia de 6 (muito fácil) a 20 (exaustivo).

A sensação térmica (ST) foi medida no momento pré-exercício, a cada 1 km e ao final da corrida através de uma escala adaptada de Nakamura *et al.* (2008).

Figura 3. Modelo da escala de sensação térmica utilizada nas situações experimentais

+8	Insuportavelmente quente
+7	-
+6	Muito quente
+5	-
+4	Quente
+3	-
+2	Levemente quente
+1	-
0	Neutro
-1	-
-2	Levemente frio
-3	-
-4	Frio
-5	-
-6	Muito frio
-7	-
-8	Insuportavelmente frio

4.6.3. Variáveis termorregulatórias

A temperatura retal, medida em °C, foi adotada como índice de temperatura interna e foi medida continuamente por meio de uma sonda retal descartável (*Yellow Spring Instruments, series 400 EUA*) que foi inserida, pelo próprio voluntário, ~12 cm além do esfíncter anal. As medidas foram registradas nos momentos pré e pós-exercício e a cada 1 km. A sonda foi conectada a um teletermômetro digital (*YSI Precision 4000, Yellow Springs Inc., OH, EUA*).

As temperaturas da pele foram medidas em oito pontos (ISO 9886, 1992) através de um termômetro infravermelho (*FLUKE, 566*) com o auxílio de uma mira a laser. Os seguintes locais foram previamente marcados: testa, escápula, peito, braço, antebraço, mão, coxa e perna. Os registros foram feitos nos momentos pré e pós-exercício e a cada 1 km. Os valores obtidos nesses oito pontos foram utilizados para o cálculo da temperatura média da pele, segundo a equação proposta:

$$T_{\text{pele}} = (0,07 \bullet T_{\text{testa}}) + (0,175 \bullet T_{\text{escápula}}) + (0,175 \bullet T_{\text{peito}}) + (0,07 \bullet T_{\text{braço}}) + (0,07 \bullet T_{\text{antebraço}}) + (0,05 \bullet T_{\text{mão}}) + (0,19 \bullet T_{\text{coxa}}) + (0,20 \bullet T_{\text{perna}})$$

Sendo: T_{pele} = temperatura média da pele, em °C; T_{testa} = temperatura da pele na testa, em °C; $T_{\text{escápula}}$ = temperatura da pele na escápula, em °C; T_{peito} = temperatura da pele no

peito, em °C; $T_{\text{braço}}$ = temperatura da pele no braço, em °C; $T_{\text{antebraço}}$ = temperatura da pele no antebraço, em °C; $T_{\text{mão}}$ = temperatura da pele na mão, em °C; T_{coxa} = temperatura da pele na coxa, em °C; T_{perna} = temperatura da pele na perna, em °C.

A sudorese total foi calculada a partir da diferença entre a massa corporal do indivíduo pré e pós-exercício, adicionando-se a massa de água ingerida durante a corrida. Antes da aferição final da massa corporal, uma toalha seca foi utilizada para retirada do suor presente sobre a superfície da pele. A coleta da urina pós-exercício foi realizada após a pesagem dos voluntários. Para o cálculo da taxa de sudorese, expressa em $L \cdot h^{-1}$, o valor da sudorese total foi dividido pelo tempo total de exercício.

A GEU (gravidade específica da urina), expressa em $mg \cdot dL^{-1}$, foi medida nos momentos pré e pós exercício através de uma amostra de urina fornecida pelo voluntário. Essa amostra era pipetada sobre o prisma de um refratômetro portátil (Uridens, Inlab®).

A quantidade água ingerida pelos voluntários, em mL, foi medida na familiarização e em todas as situações experimentais. Para realizar essa medida, foram utilizadas garrafas plásticas contendo 400 mL de água. Cada vez que o voluntário desejasse beber água, era dada uma garrafa e posteriormente a quantidade de água restante era medida e subtraída de 400 mL.

4.6.4. Variáveis termodinâmicas

A produção de calor (H em $W \cdot m^{-2}$) em humanos, apesar de sofrer pequena variação conforme a eficiência mecânica, foi calculada baseada na velocidade de corrida e na massa corporal do voluntário, conforme proposto por (NIELSEN, 1996):

$$H = (4 \bullet v \bullet m) \bullet ASC^{-1}$$

Sendo: H = produção de calor, em $W \cdot m^{-2}$; v = velocidade de corrida, em $m \cdot s^{-1}$; m = massa do sujeito, em kg; ASC = área de superfície corporal, em m^2 .

O acúmulo de calor (S em $W \cdot m^{-2}$) é definido como a quantidade de calor armazenado. O calor armazenado foi estimado a partir da massa corporal, da ASC e da diferença entre os valores da temperatura do corpo ao final e ao início do exercício,

considerando-se o calor específico dos tecidos corporais ($3480 \text{ J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$). Para o cálculo de S foi utilizada a equação de Nielsen (1996):

$$S = (3480) \bullet (mc \bullet \Delta T_{\text{corpo}} \bullet t^{-1}) \bullet \text{ASC}^{-1}$$

Sendo: S = acúmulo de calor, em W.m^{-2} ; mc = massa corporal, em kg; ΔT_{corpo} = diferença na temperatura média do corpo nos momentos pós e pré-exercício, em $^{\circ}\text{C}$, t = tempo, em segundos; ASC = área de superfície corporal, em m^2 .

A temperatura média do corpo foi calculada com base nos valores das temperaturas da pele e retal, de acordo com a equação proposta no trabalho de Marino *et al.* (2004):

$$T_{\text{corpo}} = (0,87 \bullet T_{\text{retal}}) + (0,13 \bullet T_{\text{pele}})$$

Sendo: T_{corpo} = temperatura média do corpo, em $^{\circ}\text{C}$; T_{retal} = temperatura retal, em $^{\circ}\text{C}$; T_{pele} = temperatura média da pele, em $^{\circ}\text{C}$.

A perda de calor potencial por evaporação (E_p em W.m^{-2}) foi calculada a partir da taxa de sudorese, do calor latente para evaporação de água ($40,55 \text{ kJ.mol}^{-1}$) e o peso molecular da água (18 g.mol^{-1}). Considerando que a evaporação de 1 litro de suor por hora dissipa aproximadamente 625 W, a perda de calor por evaporação potencial foi calculada conforme proposto por Dennis & Noakes (1999):

$$E_p = ((\Delta MC \bullet t^{-1}) \bullet 625) \bullet \text{ASC}^{-1}$$

Sendo: E_p = perda de calor potencial por evaporação, em W.m^{-2} ; ΔMC = diferença na massa corporal pré e pós exercício, em kg; t = tempo entre as pesagens, em horas; ASC = área de superfície corporal, em m^2 .

A troca de calor por irradiação (R em W.m^{-2}) foi calculada através da seguinte equação, proposta por Nielsen (1996):

$$R = ((T_{\text{pele}} - T_{\text{radiante}}) \bullet \text{ASC} \bullet 5,2) \bullet \text{ASC}^{-1}$$

Sendo: R = troca de calor por irradiação, em W.m^{-2} ; T_{pele} = temperatura média da pele, em $^{\circ}\text{C}$; T_{radiante} = temperatura média radiante das paredes da câmara ambiental, em $^{\circ}\text{C}$; ASC = área de superfície corporal, em m^2 ; 5,2 = coeficiente de calor para troca por radiação, em $\text{W.m}^{-2}.\text{°C}^{-1}$.

A troca de calor por convecção (C em $W.m^{-2}$) foi calculada através da seguinte equação, proposta por Nielsen (1996):

$$C = ((T_{pele} - T_{ambiente}) \bullet v^{0.5} \bullet 8.3 \bullet ASC) \bullet ASC^{-1}$$

Sendo: C = troca de calor por convecção, em $W.m^{-2}$; T_{pele} = temperatura média da pele, em $^{\circ}C$; $T_{ambiente}$ = temperatura ambiente, em $^{\circ}C$; v = velocidade, em $m.s^{-1}$; 8,3 = coeficiente de calor para troca por convecção, em $W.m^{-2}.^{\circ}C^{-1}$; ASC = área de superfície corporal, em m^2 .

O cálculo do suor evaporado (E_{sw} , em $W.m^{-2}$) foi realizado através do componente residual a partir da seguinte equação:

$$E_{sw} = H \pm R \pm C \pm S$$

Sendo: E_{sw} = suor evaporado; H = produção de calor, em $W.m^{-2}$; R = troca de calor por radiação, em $W.m^{-2}$; C = troca de calor por convecção, em $W.m^{-2}$; S = acúmulo de calor, em $W.m^{-2}$.

A eficiência sudorípara (η_{sw} em %) foi calculada como produto entre o suor evaporado e a sudorese total ou o percentual de suor evaporado para suor produzido, segundo proposto por Frye & Kamon (1983).

A capacidade evaporativa máxima do ambiente ($E_{m\acute{a}x}$ em $W.m^{-2}$) foi calculada a partir da seguinte equação:

$$E_{m\acute{a}x} = h_e \bullet (P_{pele} - P_{ambiente})$$

Sendo: $E_{m\acute{a}x}$ = capacidade evaporativa máxima do ambiente; h_e = coeficiente de transferência de calor por evaporação, em $W.m^{-2}.kPa^{-1}$; $P_{pele} - P_{ambiente}$ = diferença entre a pressão de vapor d'água na pele e no ambiente, em kPa.

O percentual de pele molhada (w_{sk} em %) foi calculado como a razão entre o suor evaporado (E_{sw}) e a capacidade evaporativa máxima do ambiente ($E_{m\acute{a}x}$), conforme proposto por Candas *et al.* (1979).

A relação entre acúmulo de calor e a carga térmica total ($S/H \pm R \pm C$ em %) foi calculada conforme proposto por Magalhães *et al.* (2010). Essa variável representa o valor

percentual da carga térmica total que foi acumulado em cada uma das situações experimentais.

4.6.5. Variáveis sanguíneas

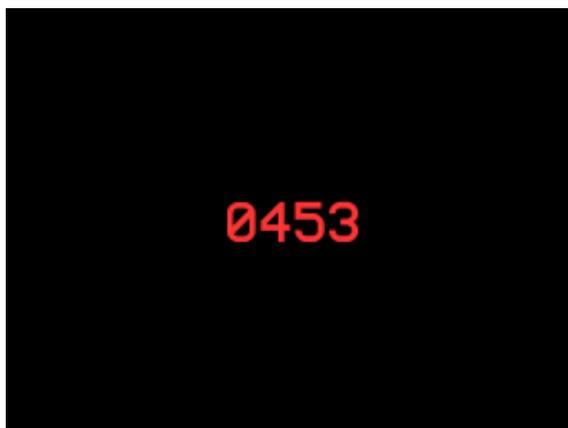
A concentração de lactato sanguíneo, expressa em mmol/L, foi medida nos momentos pré (antes das medidas relativas ao 0 km) e pós-exercício (imediatamente após o término do exercício). Foi colhida da polpa digital uma amostra de 30 μ L de sangue, através de tubos capilares heparinizados. Essas amostras foram imediatamente armazenadas em tubos de 1,5 mL contendo 60 μ L de fluoreto de sódio e colocadas em uma caixa térmica com gelo para posterior congelamento a -80°C . A concentração de lactato foi determinada em duplicata pelo método eletroenzimático (YSL 1500 SPORT, Yellow Springs, OH, EUA).

A variação percentual do volume plasmático ($\Delta\%$ VP) foi calculada a partir da variação do hematócrito e da concentração da hemoglobina (DILL & COSTILL, 1974) nos momentos pré e pós-exercício. O valor do hematócrito foi aferido através do método micro-hematócrito, enquanto a concentração de hemoglobina através de método de cianometemoglobina utilizando-se um espectrofotômetro (CELM E-210D, Brasil) ajustado para um comprimento de onda de 540 nanômetros. Ambas as medidas foram realizadas em triplicata.

4.6.6. Variáveis cognitivas

O *Psychomotor Vigilance Task* (PVT) é um teste de vigilância. Ele mensura o tempo de reação do voluntário ao apertar o botão do mouse em resposta ao estímulo visual na tela de um computador (FIGURA 4). Além disso, o PVT revela tempos de reação precipitados (*false starts*, quando o voluntário aperta o botão do mouse antes de o estímulo aparecer na tela) e lapsos do voluntário (quando o tempo entre o aparecimento do estímulo na tela e o tempo de reação é maior que 500 ms). No presente estudo, foi utilizada a versão para computador que foi validado por Khitrov *et al.* (2014), com a duração total de 10 minutos.

Figura 4. Exemplo de estímulo visual que o voluntário recebe durante o PVT



Para a avaliação do estado de humor, foi utilizada a versão traduzida para o português da *Brunel Mood Scale* (BRUMS), validada por Rohlfs *et al.* (2006). Este questionário é subdividido em seis dimensões (raiva, vigor, depressão, fadiga, confusão mental e tensão) que através desses subitens mensuram aspectos relacionados ao estado de humor (FIGURA 5).

Figura 5. Modelo da versão traduzida para o português do BRUMS

A Escala de Humor de Brunel (BRUMS)

Abaixo está uma lista de palavras que descrevem sentimentos. Por favor, leia tudo atentamente. Em seguida assinale, em cada linha, o quadrado que melhor descreve **COMO VOCÊ SE SENTE AGORA**. Tenha certeza de sua resposta para cada questão, antes de assinalar.

Escala:
0 = nada **1 = um pouco** **2 = moderadamente**
3 = bastante **4 = extremamente**

	0	1	2	3	4
1. Apavorado	<input type="checkbox"/>				
2. Animado	<input type="checkbox"/>				
3. Confuso	<input type="checkbox"/>				
4. Esgotado	<input type="checkbox"/>				
5. Deprimido	<input type="checkbox"/>				
6. Desanimado	<input type="checkbox"/>				
7. Irritado	<input type="checkbox"/>				
8. Exausto	<input type="checkbox"/>				
9. Inseguro	<input type="checkbox"/>				
10. Sonolento	<input type="checkbox"/>				
11. Zangado	<input type="checkbox"/>				
12. Triste	<input type="checkbox"/>				
13. Ansioso	<input type="checkbox"/>				
14. Preocupado	<input type="checkbox"/>				
15. Com disposição	<input type="checkbox"/>				
16. Infeliz	<input type="checkbox"/>				
17. Desorientado	<input type="checkbox"/>				
18. Tenso	<input type="checkbox"/>				
19. Com raiva	<input type="checkbox"/>				
20. Com energia	<input type="checkbox"/>				
21. Cansado	<input type="checkbox"/>				
22. Mal-humorado	<input type="checkbox"/>				
23. Alerta	<input type="checkbox"/>				
24. Indeciso	<input type="checkbox"/>				

4.7. Análise estatística

A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. Todas as variáveis que apresentarem uma distribuição normal foram tratadas com métodos de análise paramétrica. A PSE e ST foram analisados por métodos não paramétricos.

Uma análise de variância (ANOVA), com dois fatores de variação (URA x Momento/Distância) e medidas repetidas, foi utilizada para a comparação das seguintes variáveis: estratégia, FC, temperatura interna, temperatura da pele, GEU, lactato, osmolaridade, PVT, BRUMS. Quando a ANOVA demonstrou interação, foi aplicado um post-hoc de Student-Newman-Keuls para identificar o ponto onde houve diferença.

Uma análise de variância (ANOVA), com um fator de variação (URA) e medidas repetidas, foi utilizada para a comparação das seguintes variáveis: tempo total de exercício, sudorese total, taxa de sudorese, ingestão de água, H, S, E_p , R, C, E_{sw} , η_{sw} , $E_{máx}$, W_{sk} , $S/(H+C+R)$, $\Delta\% VP$. Quando a ANOVA demonstrou interação, foi aplicado um post-hoc de Student-Newman-Keuls para identificar o ponto onde houve diferença.

Para análise da PSE e ST foram utilizados os testes de Friedman e Wilcoxon. O teste de Friedman foi utilizado para comparar cada situação experimental, ao longo do tempo. Para as diferenças pontuais ao longo do tempo e para a comparação entre as situações experimentais, foi utilizado o teste de Wilcoxon.

Todos os resultados estão expressos em média e desvio padrão, com exceção da PSE e ST, que estão expressos como mediana. As análises foram realizadas através do programa estatístico SigmaPlot 11.0. O nível de significância adotado foi de 5%.

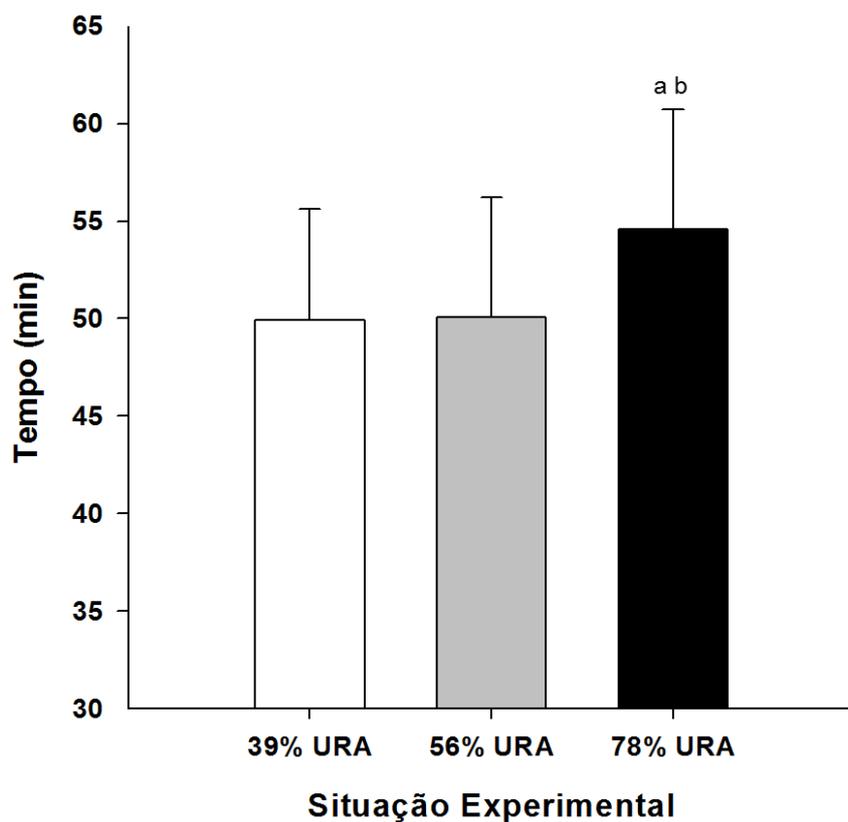
RESULTADOS

Em todos os resultados apresentados foram analisados os nove voluntários do estudo, com exceção das variáveis sanguíneas (lactato e variação percentual do volume plasmático), onde foram analisados oito voluntários, devido à perda dos dados de um dos voluntários, que passou mal ao realizar a punção venosa após uma das situações experimentais.

5.1. Desempenho físico

O tempo total de exercício foi maior na situação 78% URA ($54,60 \pm 6,10$ min.), comparado às situações 39% URA ($49,93 \pm 5,70$ min.) e 56% URA ($50,05 \pm 6,18$ min.), que não foram diferentes entre si (FIGURA 6).

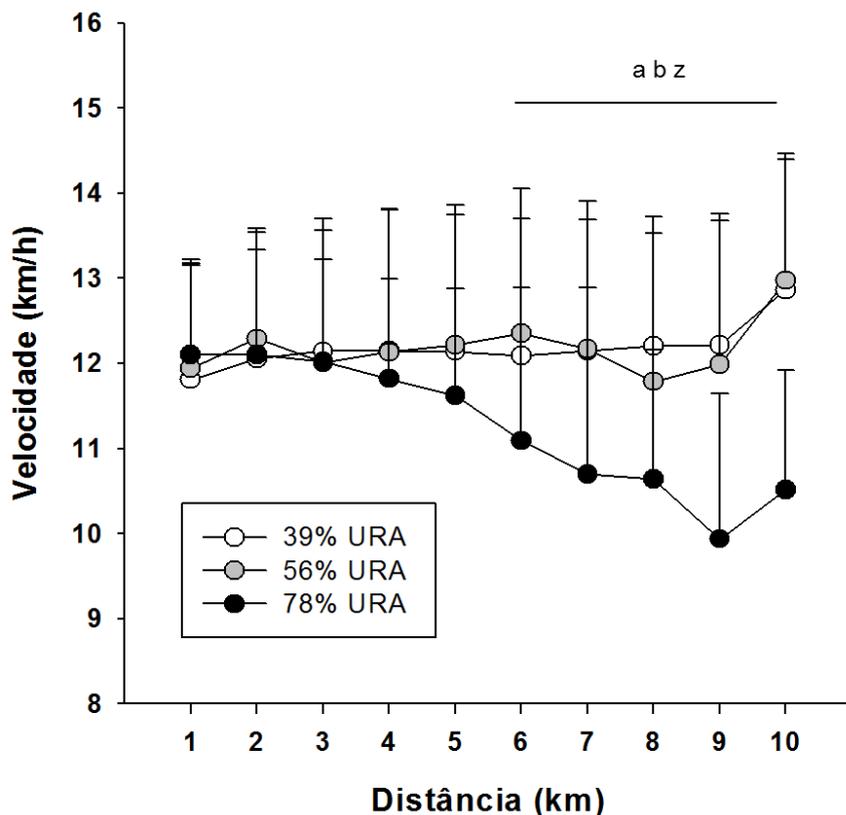
Figura 6. Tempo total (min.) gasto para percorrer a distância de 10 km nas três situações experimentais



Legenda: a = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 39% URA; b = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 56% URA

O padrão de velocidade (estratégia de corrida) adotado pelos voluntários foi diferente na situação 78% URA, comparada às situações 39% URA e 56% URA, que não foram diferentes entre si. Durante a situação 78% URA, a velocidade de corrida foi menor a partir do km 6, comparada às outras duas situações experimentais. Além disso, na situação 78% URA houve uma redução na velocidade de corrida a partir do km 6, comparado ao km 1. Nas situações 39% URA e 56% URA, a velocidade de corrida não se alterou em nenhum momento, em comparação ao km 1 (FIGURA 7).

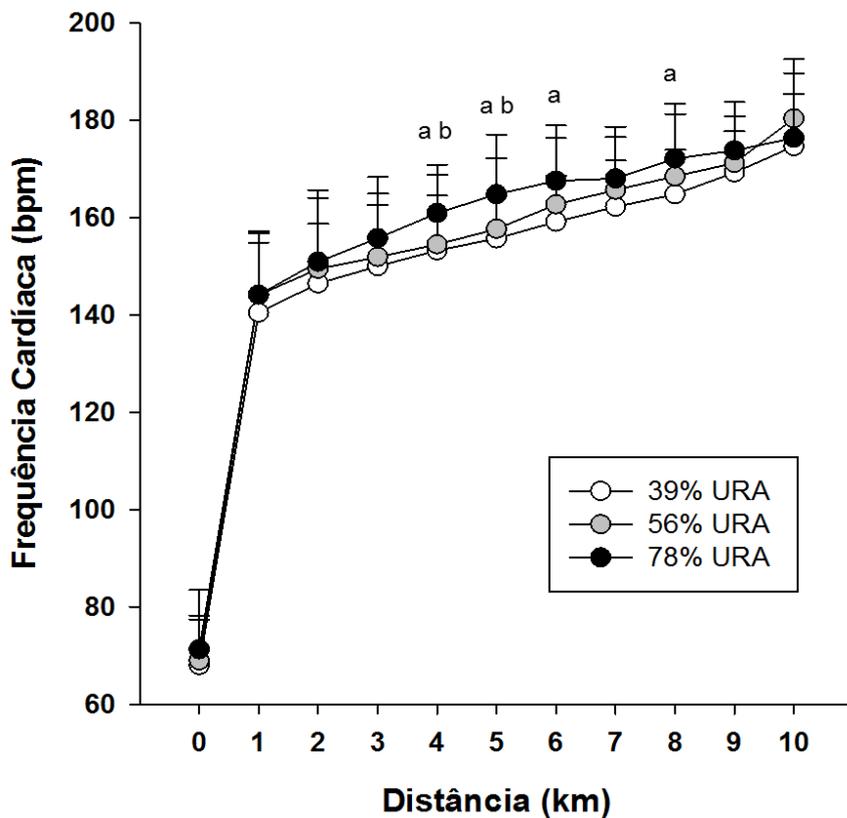
Figura 7. Padrão de velocidade adotado para percorrer a distância de 10 km nas três situações experimentais



Legenda: a = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 39% URA; b = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 56% URA; z = $p < 0,05$ comparado ao km 1 (78% URA)

A FC foi maior na situação 78% URA nos km 4, 5, 6 e 8, comparado à situação 39% URA e nos km 4 e 5, comparado à situação 56% URA. As situações 39% URA e 56% URA não foram diferentes entre si em nenhum momento (FIGURA 8).

Figura 8. Comportamento da FC ao longo dos 10 km de corrida nas três situações experimentais

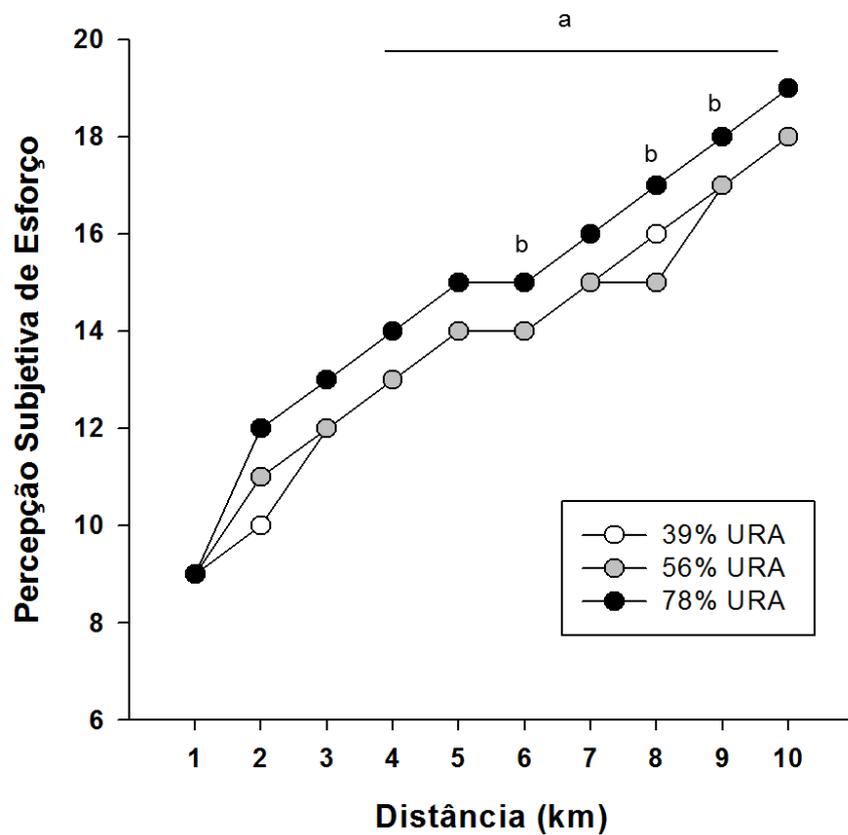


Legenda: a = $p < 0,05$ ao se comparar 78% vs 39% URA; b = $p < 0,05$ ao se comparar 78% vs 56% URA

5.2. Variáveis perceptivas

A PSE foi maior na situação 78% URA a partir do km 4, comparado à situação 39% URA e nos km 6, 8 e 9, comparado à situação 56% URA. As situações 39% URA e 56% URA não foram diferentes entre si em nenhum momento (FIGURA 9).

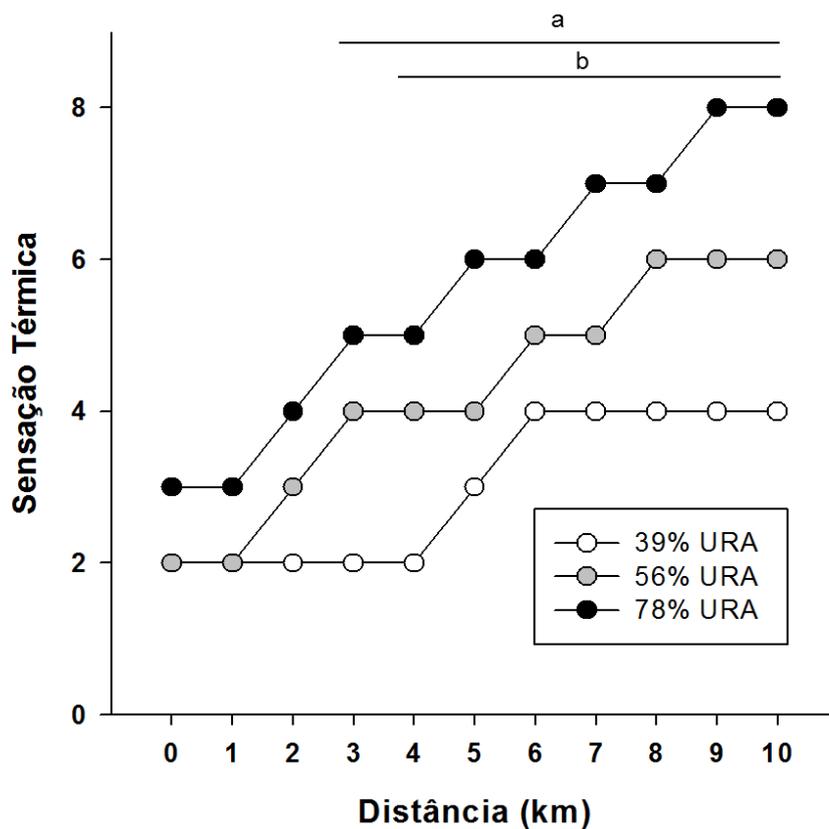
Figura 9. Comportamento da PSE ao longo dos 10 km de corrida nas três situações experimentais



Legenda: a = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 39% URA; b = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 56% URA

A sensação térmica (ST) foi maior na situação 78% URA a partir do km 3, comparado à situação 39% URA e a partir do km 4, comparado à situação 56% URA. As situações 39 e 56% URA não foram diferentes entre si em nenhum momento (FIGURA 10).

Figura 10. Comportamento da ST ao longo dos 10 km de corrida nas três situações experimentais

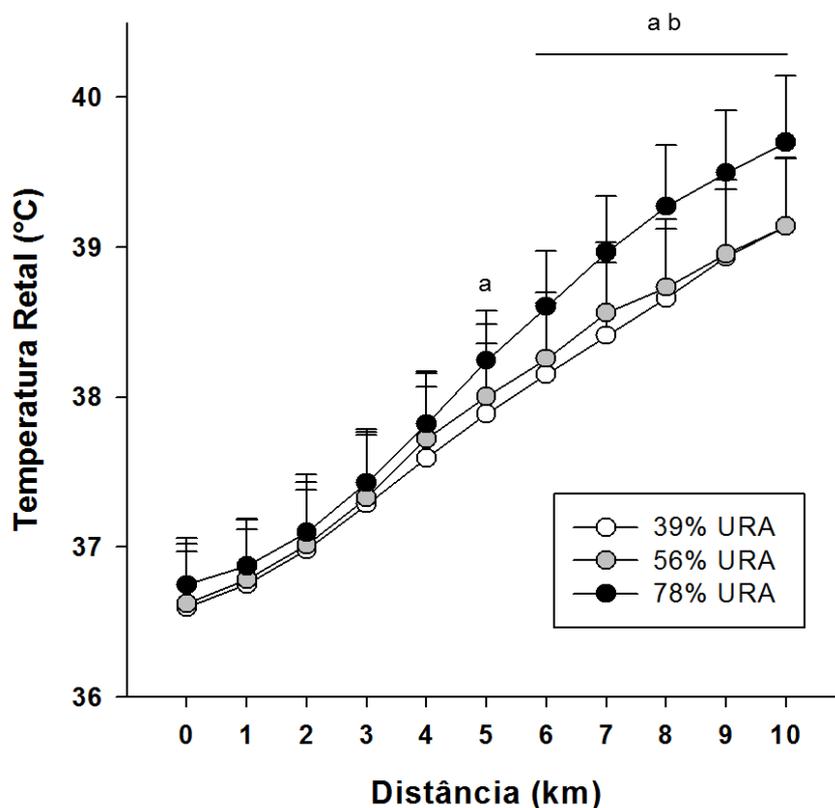


Legenda: a = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 39% URA; b = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 56% URA

5.3. Variáveis termorregulatórias

A temperatura retal foi maior na situação 80% URA, comparado às situações 39% URA (a partir do km 5) e 56% URA (a partir do km 6), que não foram diferentes entre si em nenhum momento (FIGURA 11).

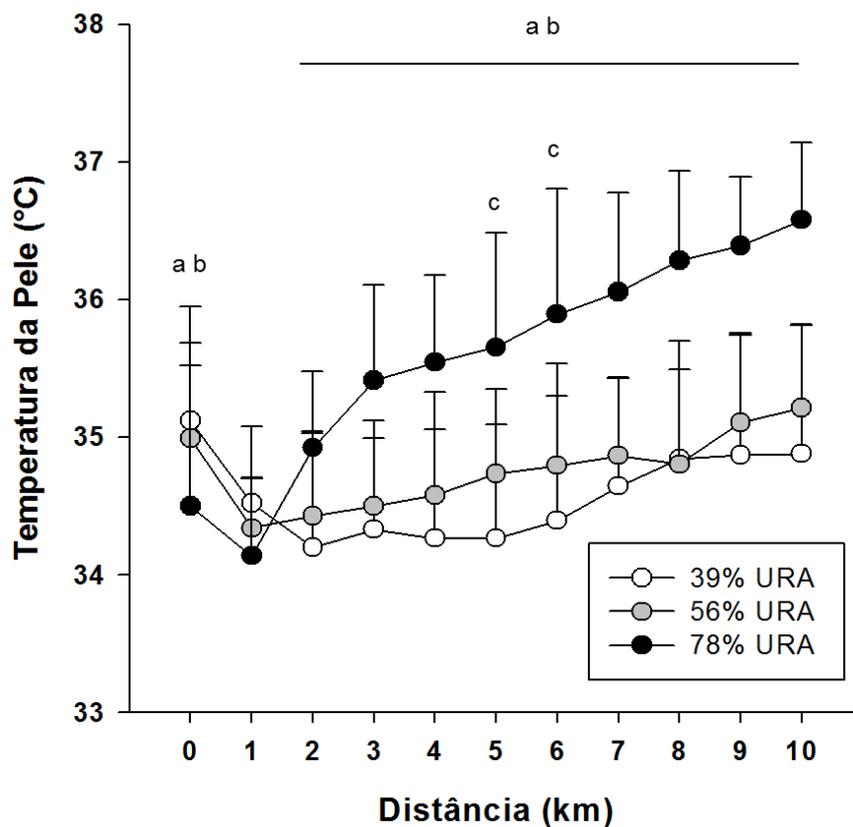
Figura 11. Comportamento da temperatura retal ao longo dos 10 km de corrida nas três situações experimentais



Legenda: a = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 39% URA; b = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 56% URA

A temperatura da pele foi menor na situação 78% URA, comparado às situações 39% URA e 56% URA, que não foram diferentes entre si no km 0 (pré exercício). Durante o exercício a temperatura da pele foi maior na situação 78% URA, comparado às situações 39% URA e 56% URA (a partir do km 2), que foram diferentes entre si apenas nos km 5 e 6 (FIGURA 12).

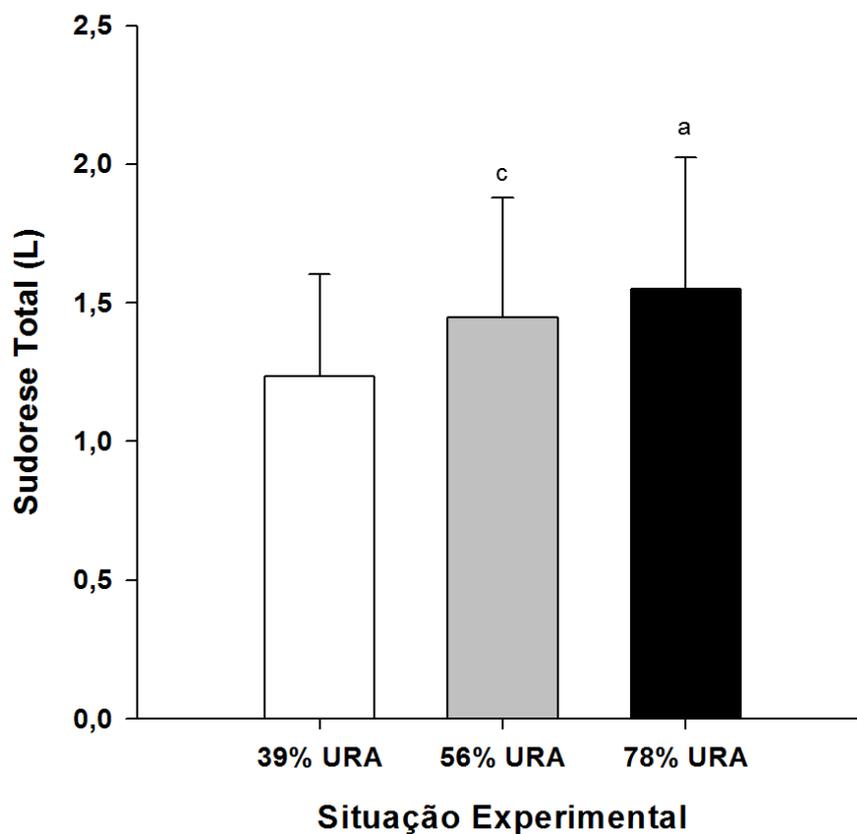
Figura 12. Comportamento da temperatura da pele ao longo dos 10 km de corrida nas três situações experimentais



Legenda: a = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 39% URA; b = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 56% URA; c = $p < 0,05$ ao se comparar 56% URA vs 39% URA

A sudorese total foi maior nas situações 78% URA ($1,6 \pm 0,5$ L) e 56% URA ($1,4 \pm 0,4$ L), comparadas à situação 39% URA ($1,2 \pm 0,4$ L). Não houve diferenças entre as situações 78% URA e 56% URA (FIGURA 13).

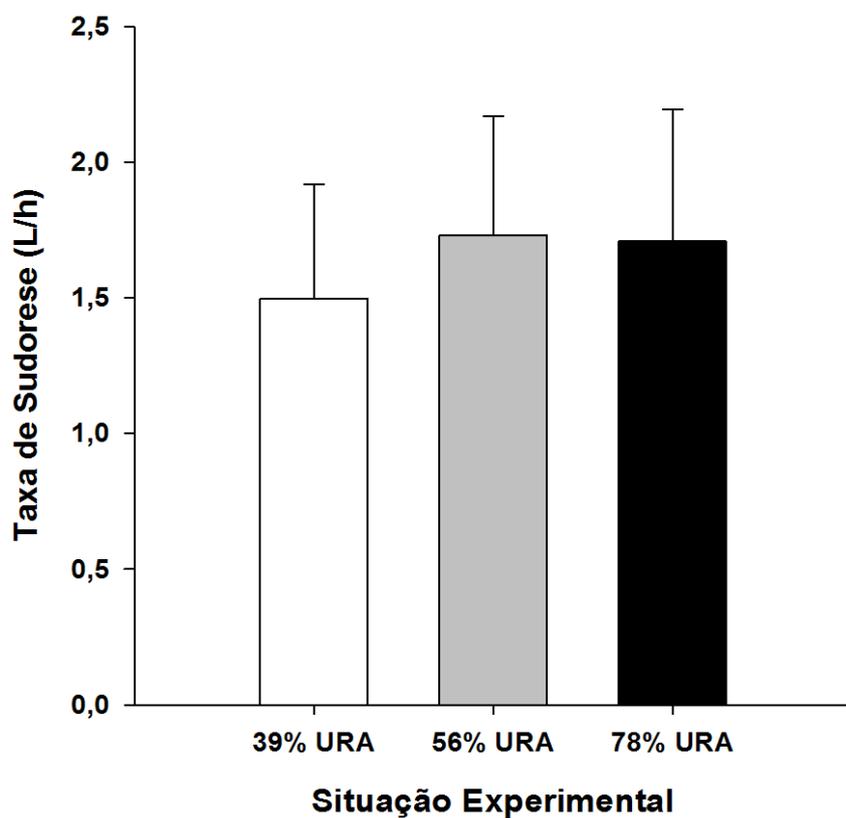
Figura 13. Sudorese total (L) observada nas três situações experimentais



Legenda: a = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 39% URA; c = $p < 0,05$ ao se comparar 56% URA vs 39% URA

A taxa de sudorese não foi diferente entre as situações experimentais (39% URA: $1,5 \pm 0,4$ L; 56% URA: $1,7 \pm 0,4$ L; 78% URA: $1,7 \pm 0,5$ L; FIGURA 14).

Figura 14. Taxa de sudorese (L/h) observada nas três situações experimentais



A gravidade específica da urina (GEU) não foi diferente entre as situações experimentais ($p = 0,517$) e nem entre os momentos ($p = 0,639$) e a ingestão de água foi maior na situação 78% URA, comparado às situações 39% URA e 56% URA, que não foram diferentes entre si (TABELA 3).

Tabela 3. Gravidade específica da urina pré e pós-exercício e a ingestão de água nas três situações experimentais.

Situação Experimental	GEU pré (g.mL ⁻¹)	GEU pós (g.mL ⁻¹)	Ingestão de água (mL)
39% URA	1,019 ± 0,008	1,021 ± 0,007	122,2 ± 151,2
56% URA	1,022 ± 0,007	1,022 ± 0,005	128,9 ± 217,7
78% URA	1,022 ± 0,009	1,023 ± 0,006	295,0 ± 295,9 ^{ab}

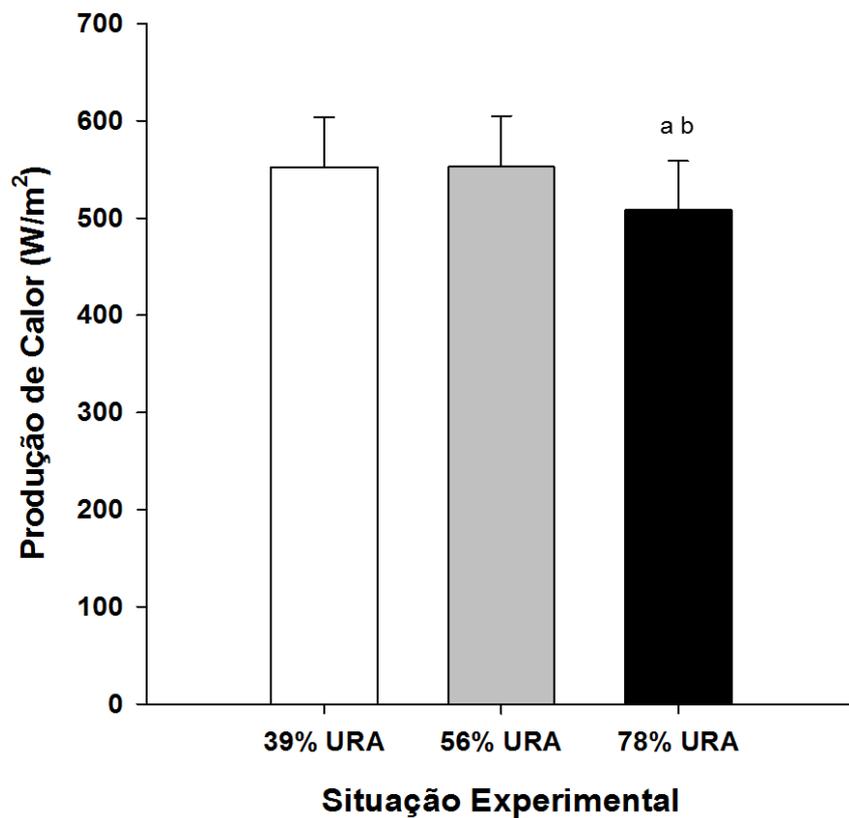
Valores expressos em média ± desvio padrão

a = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 39% URA ; b = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 56% URA

5.4. Variáveis termodinâmicas

A produção de calor foi menor na situação 78% URA ($508,6 \pm 50,0 \text{ W.m}^{-2}$), comparado às situações 39% URA ($552,6 \pm 51,1 \text{ W.m}^{-2}$) e 56% URA ($552,7 \pm 52,2 \text{ W.m}^{-2}$), que não foram diferentes entre si (FIGURA 15).

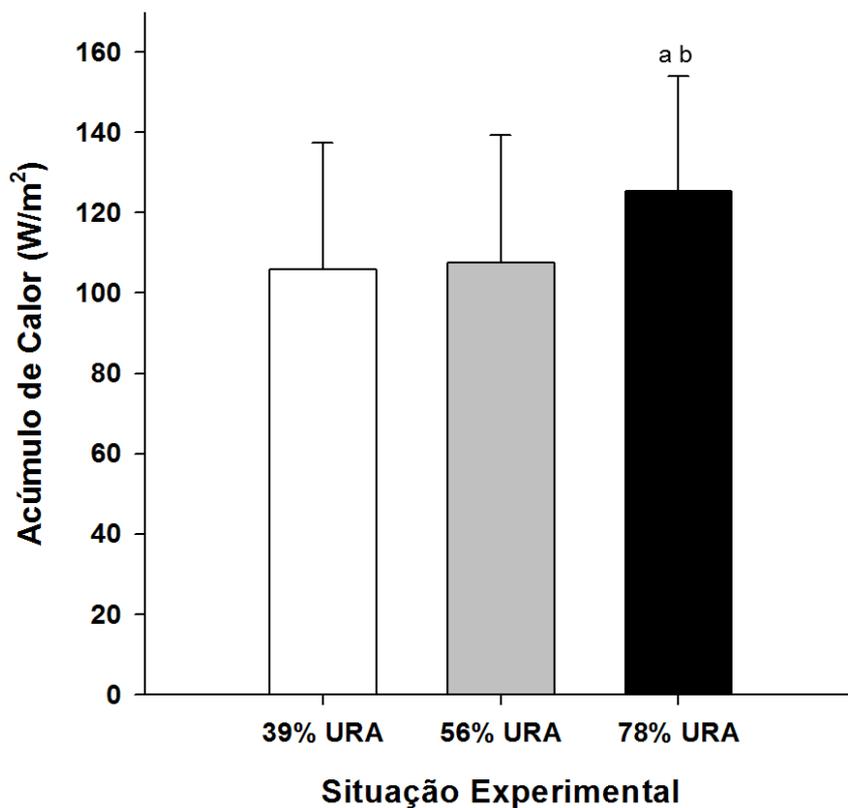
Figura 15. Produção de calor (W/m^2) observada nas três situações experimentais



Legenda: a = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 39% URA; b = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 56% URA

O acúmulo de calor foi maior na situação 78% URA ($125,3 \pm 28,8 \text{ W.m}^{-2}$), comparado às situações 39% URA ($106,0 \pm 31,5 \text{ W.m}^{-2}$) e 56% URA ($107,6 \pm 31,8 \text{ W.m}^{-2}$), que não foram diferentes entre si (FIGURA 16).

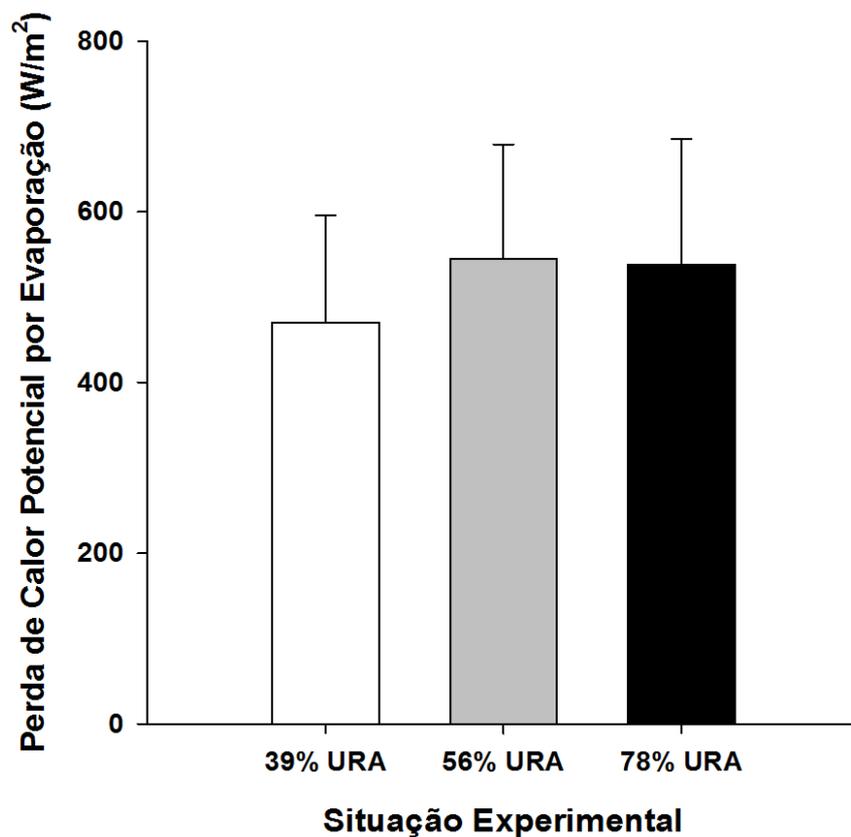
Figura 16. Acúmulo de calor (W/m^2) observado nas três situações experimentais



Legenda: a = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 39% URA; b = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 56% URA

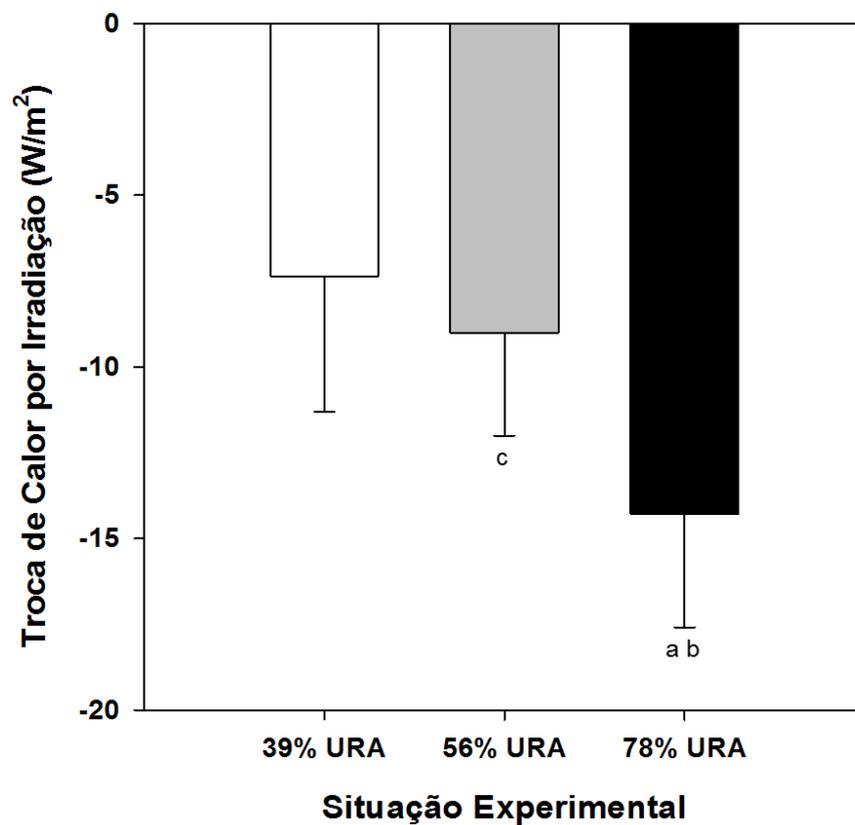
Não foram observadas diferenças entre as situações experimentais para a variável perda de calor potencial por evaporação (39% URA: $470,4 \pm 125,4 \text{ W.m}^{-2}$; 56% URA: $544,7 \pm 134,4 \text{ W.m}^{-2}$; 78% URA: $538,4 \pm 147,0 \text{ W.m}^{-2}$; FIGURA 17).

Figura 17. Perda de calor potencial por evaporação (W/m^2) observada nas três situações experimentais



A troca de calor por irradiação foi diferente entre as três situações experimentais, sendo que quanto maior a URA, maior a perda de calor observada através dessa via (39% URA: $-7,4 \pm 4,0 \text{ W.m}^{-2}$; 56% URA: $-9,0 \pm 3,0 \text{ W.m}^{-2}$; 78% URA: $-14,3 \pm 3,3 \text{ W.m}^{-2}$; FIGURA 18).

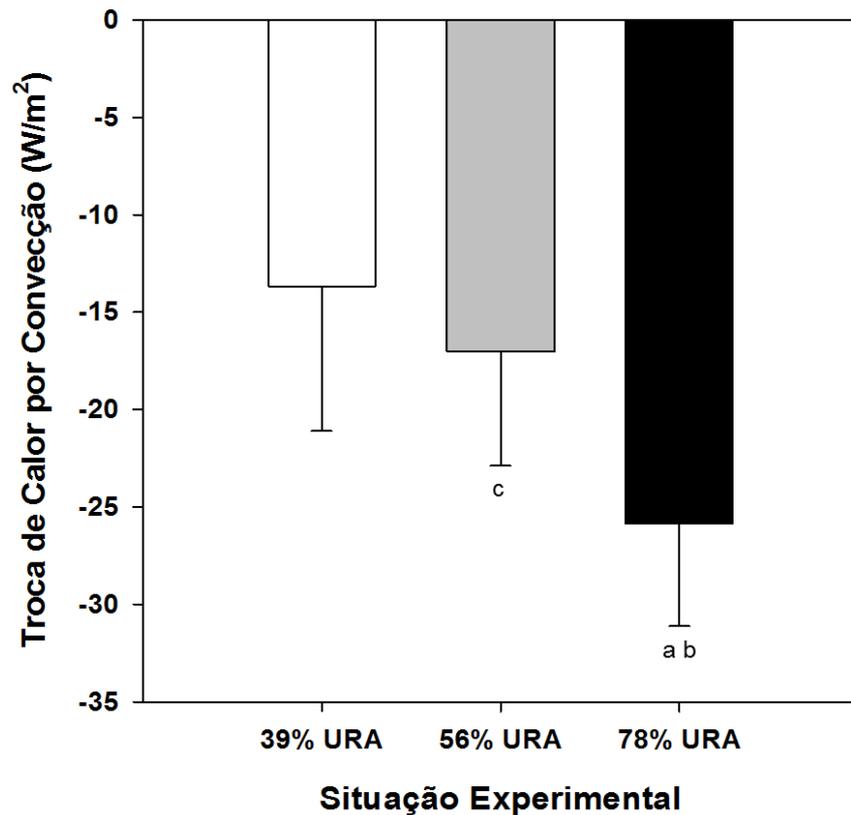
Figura 18. Troca de calor por irradiação (W/m^2) observada nas três situações experimentais



Legenda: a = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 39% URA; b = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 56% URA; c = $p < 0,05$ ao se comparar 56% URA vs 39% URA

A troca de calor por convecção foi diferente entre as três situações experimentais, sendo que quanto maior a URA, maior a perda de calor observada através dessa via (39% URA: $-13,7 \pm 7,4 \text{ W.m}^{-2}$; 56% URA: $-17,0 \pm 5,9 \text{ W.m}^{-2}$; 78% URA: $-25,9 \pm 5,2 \text{ W.m}^{-2}$; FIGURA 19).

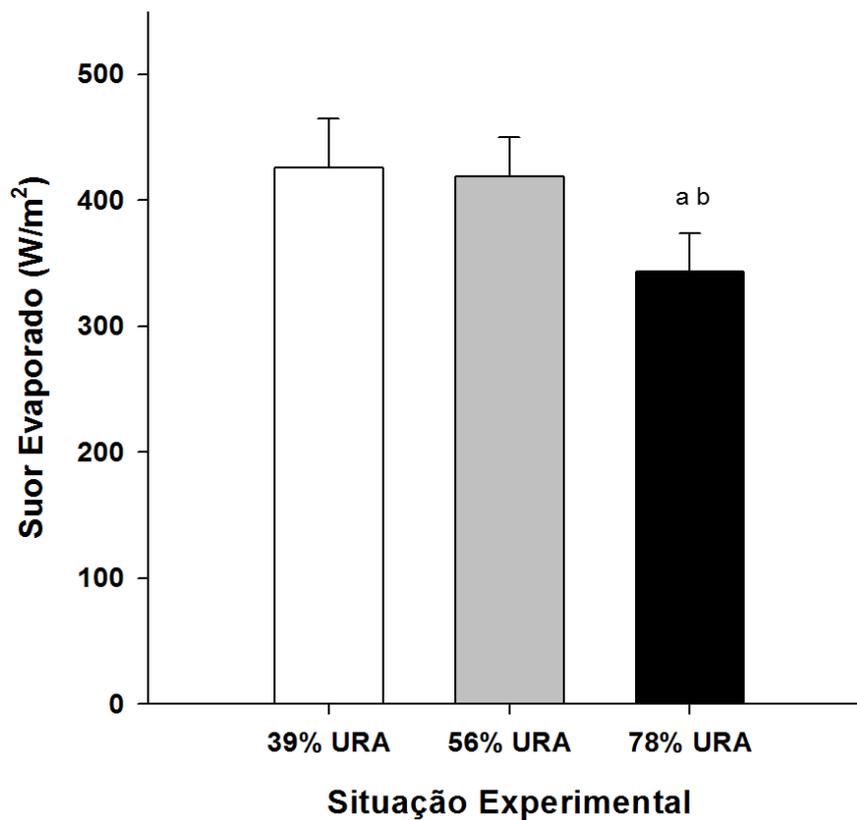
Figura 19. Troca de calor por convecção (W/m^2) observada nas três situações experimentais



Legenda: a = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 39% URA; b = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 56% URA; c = $p < 0,05$ ao se comparar 56% URA vs 39% URA

O suor evaporado foi menor na situação 78% URA ($343,5 \pm 30,3 \text{ W.m}^{-2}$), comparado às situações 39% URA ($425,6 \pm 39,0 \text{ W.m}^{-2}$) e 56% URA ($419,1 \pm 30,7 \text{ W.m}^{-2}$), que não foram diferentes entre si (FIGURA 20).

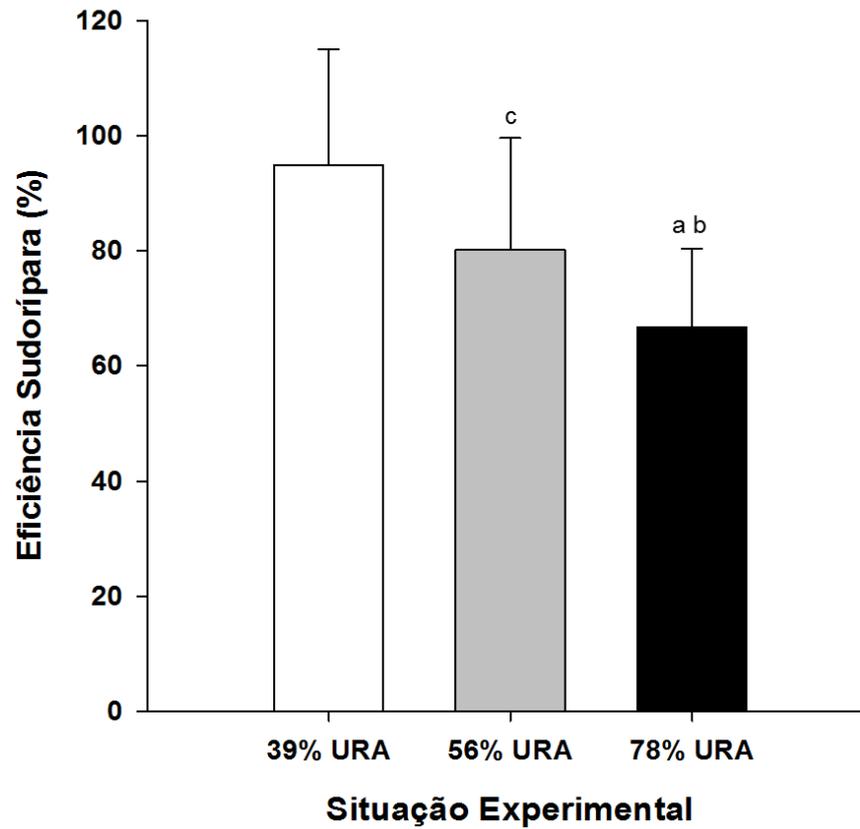
Figura 20. Suor evaporado (W/m^2) observado nas três situações experimentais



Legenda: a = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 39% URA; b = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 56% URA

A eficiência sudorípara foi diferente entre as três situações experimentais, sendo que quanto maior a URA, menores os valores observados para essa variável (39% URA: $94,9 \pm 20,1\%$; 56% URA: $80,1 \pm 19,5\%$; 78% URA: $66,8 \pm 13,6\%$; FIGURA 21).

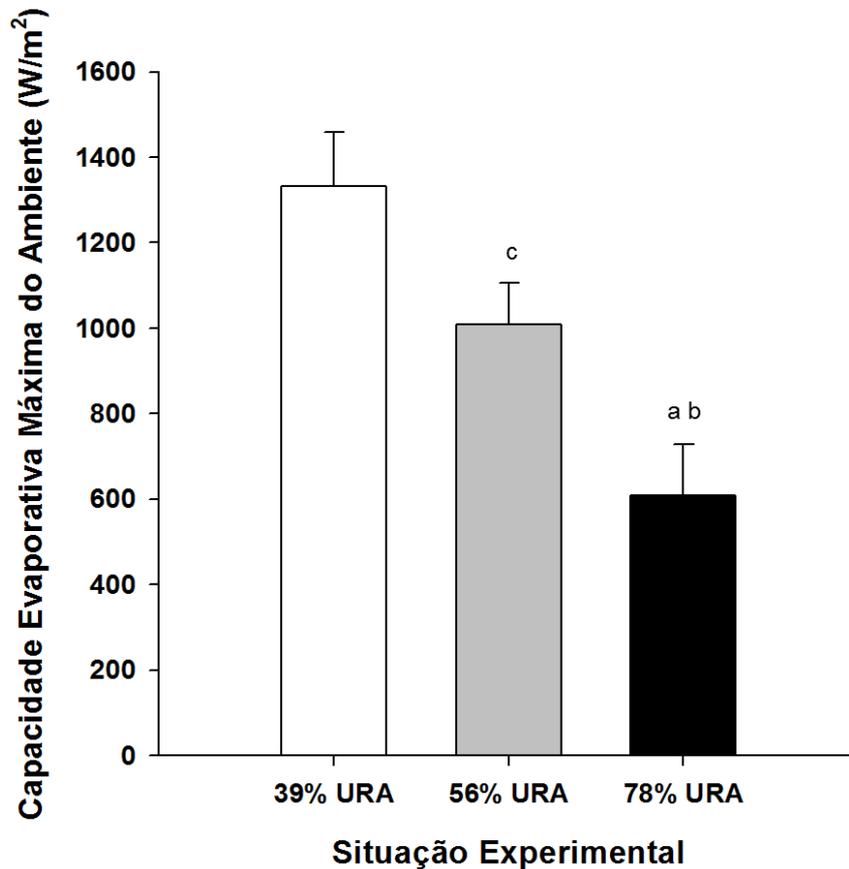
Figura 21. Eficiência sudorípara (%) observada nas três situações experimentais



Legenda: a = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 39% URA; b = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 56% URA

A capacidade evaporativa máxima do ambiente foi diferente entre as três situações experimentais, sendo que quanto maior a URA, menores os valores observados para essa variável (39% URA: $1333,5 \pm 126,7 \text{ W.m}^{-2}$; 56% URA: $1008,6 \pm 97,3 \text{ W.m}^{-2}$; 78% URA: $607,5 \pm 121,6 \text{ W.m}^{-2}$; FIGURA 22).

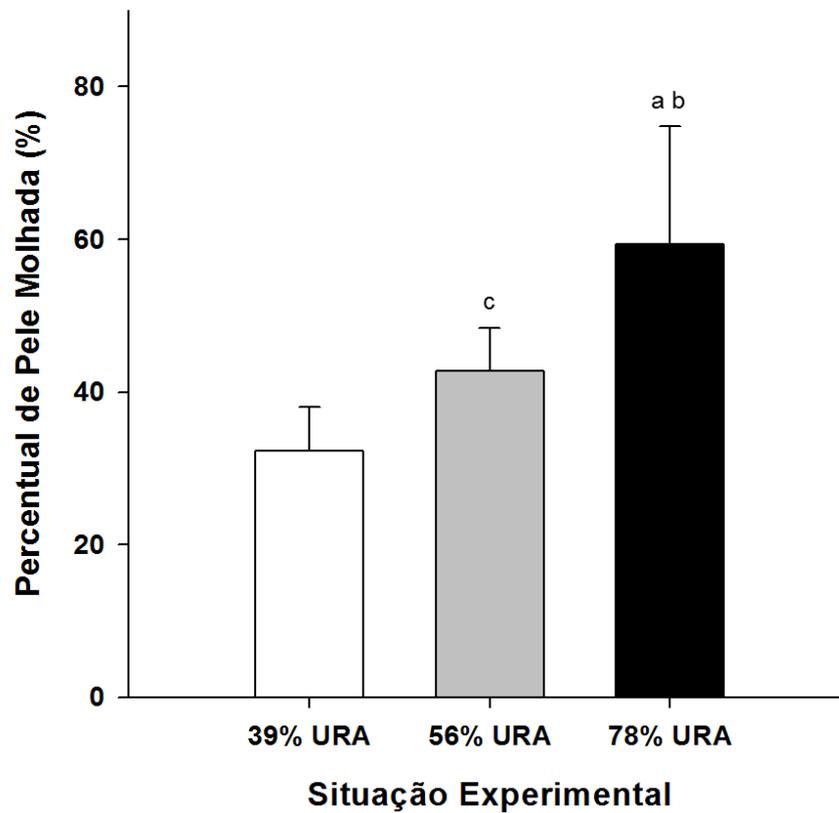
Figura 22. Capacidade evaporativa máxima do ambiente (W/m^2) observada nas três situações experimentais



Legenda: a = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 39% URA; b = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 56% URA; c = $p < 0,05$ ao se comparar 56% URA vs 39% URA

O percentual de pele molhada foi diferente entre as três situações experimentais, sendo que quanto maior a URA, maiores os valores observados para essa variável (39% URA: $32,2 \pm 5,8\%$; 56% URA: $42,7 \pm 5,7\%$; 78% URA: $59,4 \pm 15,5\%$; FIGURA 23).

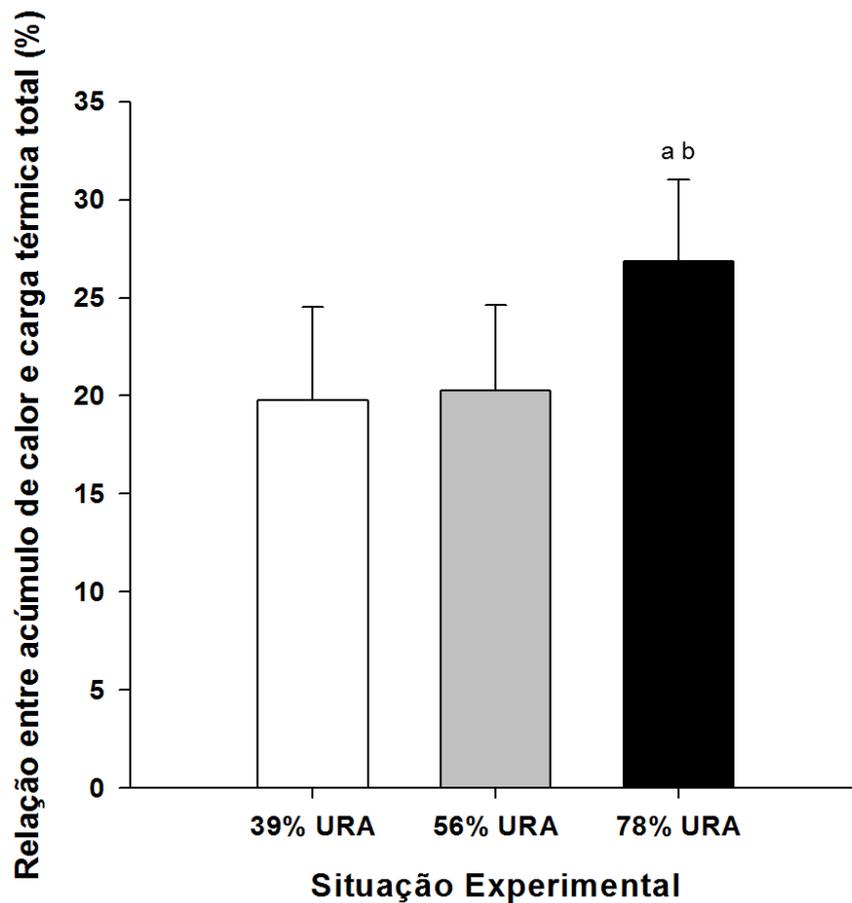
Figura 23. Percentual de pele molhada (%) observado nas três situações experimentais



Legenda: a = $p < 0,05$ ao se comparar 78% vs 39%; b = $p < 0,05$ ao se comparar 78% vs 56%; c = $p < 0,05$ ao se comparar 56% vs 39%

A relação entre acúmulo de calor e carga térmica total foi maior na situação 78% URA ($26,9 \pm 4,1\%$), comparado às situações 39% URA ($19,8 \pm 4,8\%$) e 56% URA ($20,3 \pm 4,3\%$), que não foram diferentes entre si (FIGURA 24).

Figura 24. Relação entre acúmulo de calor e carga térmica total (%) observada nas três situações experimentais

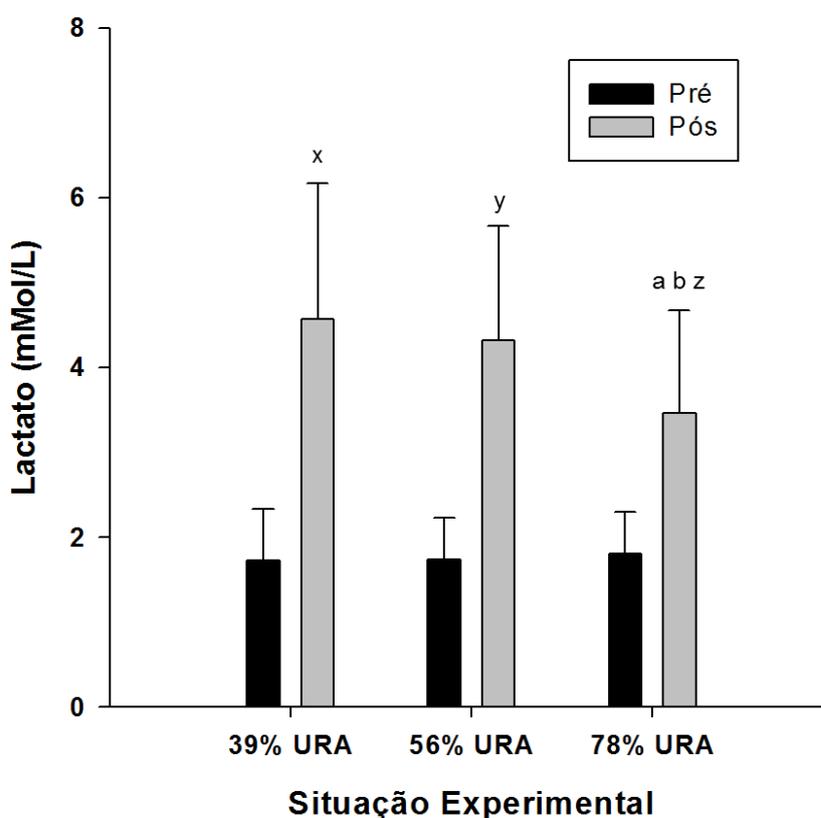


Legenda: a = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 39% URA; b = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 56% URA; c = $p < 0,05$ ao se comparar 56% URA vs 39% URA

5.5. Variáveis sanguíneas

A concentração de lactato sanguíneo foi maior no momento pós-exercício, comparado ao pré-exercício em todas as situações experimentais. Além disso, na situação 78% a concentração final foi menor, quando comparado às situações 39% URA e 56% URA, que não foram diferentes entre si (FIGURA 25).

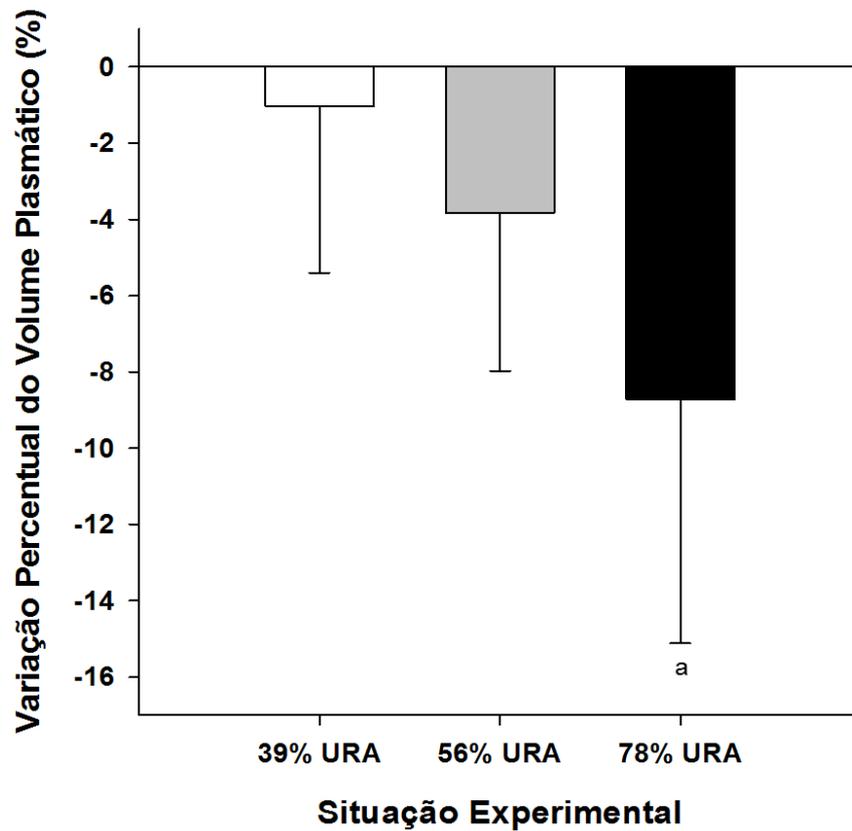
Figura 25. Concentrações de lactato sanguíneo (mMol/L) pré e pós exercício observadas nas três situações experimentais



Legenda: a = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 39% URA; b = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 56% URA; x = $p < 0,05$ ao se comparar Pré vs Pós (39% URA); y = $p < 0,05$ ao se comparar Pré vs Pós (56% URA); z = $p < 0,05$ ao se comparar Pré vs Pós (78% URA)

A $\Delta\%VP$ foi maior na situação 78% URA ($-8,7 \pm 6,4\%$), comparado à situação 39% URA ($-1,0 \pm 4,4\%$). Não houve diferenças entre as situações 39% URA e 56% URA ($-3,8 \pm 4,4\%$) e nem entre as situações 78% URA e 56% URA (FIGURA 26).

Figura 26. Variação percentual do volume plasmático (%) observada nas três situações experimentais



Legenda: a = $p < 0,05$ ao se comparar 78% URA vs 39% URA

5.6. Variáveis cognitivas

O PVT não foi diferente entre as situações experimentais e os momentos (TABELA 4), tanto para o tempo de reação médio (situação: $p = 0,472$; momento: $p = 0,690$), quanto para o número de lapsos (situação: $p = 0,338$; momento: $p = 0,683$) e inícios falsos (situação: $p = 0,991$; momento: $p = 0,188$).

Tabela 4. Tempos de reação, total de lapsos e inícios falsos observados pré e pós-exercício nas três situações experimentais através da aplicação do PVT.

	39% URA		56% URA		78% URA	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Tempo Reação (ms)	273,1 ± 31,6	254,9 ± 32,1	272,2 ± 48,0	256,0 ± 44,7	270,2 ± 40,1	290,1 ± 106,9
Lapsos	0,4 ± 1,0	0,6 ± 1,3	1,2 ± 1,6	1,7 ± 3,3	1,2 ± 2,6	1,3 ± 1,9
Início Falso	2,1 ± 2,8	1,3 ± 1,4	1,9 ± 2,0	1,6 ± 2,1	1,9 ± 2,3	1,4 ± 1,7

Valores expressos em média ± desvio padrão

Na tabela 5, estão apresentados os resultados para o BRUMS. Na dimensão “fadiga”, a situação 78% URA foi maior, comparado às situações 39% URA e 56% URA no momento pós-exercício. Além disso, os valores pós-exercício foram maiores, em comparação ao pré-exercício na situação 78% URA. Na dimensão “vigor”, os valores pós-exercício foram menores, nas situações 56% URA e 78% URA, em comparação aos momentos pré-exercício, enquanto a situação 39% URA não apresentou diferenças. Para as dimensões “raiva”, “confusão”, “depressão” e “tensão”, não houve quaisquer diferenças entre situações ou momentos.

Tabela 5. Estado de humor observado pré e pós-exercício nas três situações experimentais através da aplicação do questionário BRUMS.

	39% URA		56% URA		78% URA	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Raiva	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,2 ± 0,7	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,1 ± 0,3
Confusão	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,1 ± 0,3	0,2 ± 0,7
Depressão	0,4 ± 0,5	0,2 ± 0,4	0,6 ± 1,0	0,3 ± 0,7	0,6 ± 1,3	0,3 ± 0,7
Fadiga	2,6 ± 2,4	3,2 ± 3,0	1,6 ± 1,9	3,3 ± 3,0	2,2 ± 2,7	5,9 ± 4,8 ^{abz}
Tensão	0,4 ± 0,7	0,0 ± 0,0	0,4 ± 0,7	0,1 ± 0,3	0,3 ± 0,7	0,6 ± 1,1
Vigor	10,3 ± 3,7	9,3 ± 3,3	10,3 ± 3,3	8,9 ± 2,9 ^y	9,8 ± 3,4	8,4 ± 3,5 ^z

Valores expressos em média ± desvio padrão

Legenda: a = p < 0,05 ao se comparar 78% URA vs 39% URA ; b = p < 0,05 ao se comparar 78% URA vs 56% URA ;

y = p < 0,05 ao se comparar Pré vs Pós (56% URA) ; z = p < 0,05 ao se comparar Pré vs Pós (78% URA)

6. DISCUSSÃO

O principal achado do presente estudo foi que altas URA prejudicam o desempenho físico, sem alterar o desempenho cognitivo em uma corrida de 10 km realizada com intensidade autorregulada. Além disso, os resultados indicam que, mesmo com ajustes na intensidade, ou seja, diminuição na velocidade de corrida, houve um maior estresse termorregulatório em função do aumento na URA. Estudos anteriores que avaliaram os efeitos da URA sobre o desempenho físico variam em métodos e resultados. Hayes *et al.* (2014) e Zhao *et al.* (2013) não observaram efeitos da URA sobre o desempenho de *sprints* repetidos e sobre testes de $VO_{2máx}$ e *Wingate*, respectivamente. Por outro lado, Maughan *et al.* (2012) e Moyon *et al.* (2014) observaram efeitos deletérios da URA sobre o desempenho físico em exercícios realizados em intensidade fixa (70% e 35% $VO_{2máx}$, respectivamente).

Cabe enfatizar que o presente estudo foi o primeiro a avaliar os efeitos isolados da URA sobre o desempenho físico em um protocolo de exercício com intensidade autorregulada. Nossos resultados mostraram uma redução no desempenho físico na situação 78% URA, comparada às outras duas (39% URA e 56% URA), que não foram diferentes entre si. Esses resultados corroboram, em parte, os achados de Maughan *et al.* (2012), que observaram um menor tempo de exercício nas situações 60% e 80%, em comparação à situação 24% URA, mas não observaram diferenças quando comparado à situação 40% URA. No estudo de Maughan *et al.* (2012), houve uma redução progressiva no desempenho físico à medida que os valores de URA aumentaram (~68, 60, 54 e 46 min., para as situações 24%, 40%, 60% e 80% URA, respectivamente), apesar da ausência de diferenças estatísticas em algumas comparações. Curiosamente, no presente estudo, os tempos de na corrida de 10 km foram praticamente idênticos nas situações 39% e 56% URA (49,93 e 50,05 min., respectivamente), enquanto na situação 78% URA houve um aumento de quase cinco minutos (54,60 min.). Os resultados observados para velocidade de corrida, FC, temperatura interna e temperatura da pele dão suporte ao resultado observado, uma vez que essas variáveis não foram diferentes para as situações 39% e 56% URA, porém foram maiores na situação 78% URA, principalmente na segunda metade do exercício (corrida de 10 km). Aparentemente, o aumento na URA da situação 39% para a situação 56% não foi suficiente para causar um maior estresse termorregulatório e conseqüentemente reduzir o desempenho físico.

A estratégia de corrida adotada pelos voluntários nas situações 39% URA e 56% URA foi semelhante ao observado por Tucker *et al.* (2006) ao analisar os recordes mundiais

estabelecidos em provas de 10 km de corrida. A intensidade de esforço foi igualmente distribuída ao longo dos 10 km, com um *sprint* final no último km (apesar de não terem sido observadas diferenças estatísticas). Analisando os resultados individualmente, observamos que para seis indivíduos o último km foi o mais rápido na corrida realizada a 39% URA e para cinco naquela realizada a 56% URA. Por outro lado, na situação 78% URA foi observada uma redução na intensidade da corrida a partir do 6º km, evidenciando que, para completar os 10 km os voluntários tiveram que adotar como estratégia a diminuição da intensidade de esforço. Isso pode, em parte, ser explicado pelo maior estresse fisiológico causado pela alta URA, o que influenciou na decisão de reduzir a velocidade de corrida para que fosse possível completar a tarefa sem entrar em exaustão (THIEL *et al.*, 2012; TUCKER *et al.*, 2006). É interessante destacar que Tucker *et al.* (2006) observaram essa estratégia em situações onde o objetivo era conseguir o melhor desempenho possível (recorde mundial). Neste contexto, Thiel *et al.* (2012) mostraram que em situações onde o importante é a vitória, como nos Jogos Olímpicos, a estratégia de corrida escolhida compreende um início mais conservador com maiores variações de intensidade ao longo da prova. No presente estudo, envolvendo uma situação de contrarrelógio, na qual os voluntários deveriam correr os 10 km no menor tempo possível, a estratégia de corrida adotada pelos voluntários foi considerada ideal, de acordo com o descrito por Tucker *et al.* (2006).

Segundo Cheuvront *et al.* (2010) a fadiga em exercícios realizados em ambientes quentes estaria relacionada principalmente a alterações na função cardiovascular. Kenefick *et al.* (2007) mostraram relação entre o gradiente das temperaturas interna e da pele e o fluxo sanguíneo cutâneo. Segundo esses autores, quanto menor esse gradiente, maior o fluxo sanguíneo na pele, o que levaria a um maior estresse cardiovascular. A maior quantidade de sangue desviada para a periferia do corpo reduz o retorno venoso e o volume sistólico, o que faz com que haja um aumento da FC para que o débito cardíaco seja mantido (JOHNSON & PARK, 1979). No presente estudo a temperatura da pele foi maior na situação 78% URA a partir do km 2 de corrida. Sendo assim, o gradiente entre as temperaturas interna e da pele foi menor no ambiente mais úmido, o que pode, em parte, explicar os maiores valores de FC observados por volta da metade do percurso nesta situação e o fato de ao final da corrida, a FC ter se mantido igual às outras situações, mesmo com uma redução considerável na intensidade de esforço.

Um estudo de Périard *et al.* (2011) sugeriu que o aumento do estresse cardiovascular causado pelo exercício realizado em ambientes quentes leva a uma redução no $VO_{2\text{máx}}$ do indivíduo, aumentando assim, a intensidade relativa do exercício para se manter uma mesma intensidade absoluta. Apesar de não termos medido o VO_2 durante as situações experimentais, a relação linear existente entre VO_2 e FC nos permite inferir que a redução na velocidade de corrida, observada na situação 78% URA, foi necessária para que a intensidade relativa de esforço (representada pela FC) fosse mantida até o final do exercício.

Alguns autores defendem que, em exercícios onde há a possibilidade de regular a produção de trabalho, o indivíduo compara continuamente a PSE (percepção subjetiva do esforço) momentânea com a PSE esperada para aquele momento do exercício (DE KONING *et al.*, 2011; TUCKER, 2009). Assim, se a PSE for maior que a esperada, o indivíduo reduz a intensidade de exercício no intuito de completar a tarefa. De Koning *et al.* (2011) sugerem que em exercícios de média duração (i.e. 20 a 120 minutos), esse ajuste antecipatório do desempenho físico estaria bastante relacionado com a temperatura corporal interna. Outros autores sugerem uma correlação de moderada a alta entre a PSE e a temperatura interna, sendo que os maiores valores de PSE ocorrem simultaneamente a um valor de aproximadamente 40°C de temperatura interna (MOYEN *et al.*, 2014; NYBO & NIELSEN, 2001). De fato, os resultados do presente estudo vão ao encontro dessa hipótese. A redução na intensidade de exercício, observada na situação 78% URA, a partir do km 6, parece estar inversamente relacionada aos aumentos observados na temperatura interna e na PSE. Além disso, os maiores valores de PSE foram observados no final da situação 78% URA, quando a temperatura interna dos voluntários era de 39,70°C, em média.

Além da PSE, alguns estudos têm dado atenção especial às percepções térmicas como fatores que podem influenciar o desempenho físico (SCHLADER *et al.*, 2011a; SCHLADER *et al.*, 2011b). Schlader *et al.* (2011a) mostraram que em um exercício de ciclismo de intensidade autorregulada, no qual os indivíduos deveriam manter uma PSE fixa de 16, a sensação de calor foi menor e o desempenho físico (trabalho total) maior nas situações que foram utilizados um ventilador ou mentol, para atenuar a sensação térmica (ST). Essas diferenças no desempenho físico foram observadas sem que tenha havido diferenças nas temperaturas interna e da pele bem como da FC nestes indivíduos, sugerindo a importância da ST na determinação do desempenho físico. De fato, no presente estudo, a ST foi maior na situação 78% URA, em comparação com as situações 39% URA e 56% URA, que não foram

diferentes entre si. Conjuntamente às variáveis fisiológicas observadas, o aumento na ST pode ajudar a explicar a redução na velocidade de corrida, observada na situação 78% URA. Curiosamente, apesar da ausência de diferenças na ST entre as situações 39% URA e 56% URA, todos os voluntários do presente estudo foram capazes de perceber qual era a URA em cada uma das situações experimentais realizadas.

Estudos recentes que avaliaram os efeitos da URA sobre variáveis fisiológicas e de desempenho, em exercícios de longa duração (MAUGHAN *et al.*, 2012; MOYEN *et al.*, 2014), observaram que quanto maior a URA, maior era a taxa de sudorese dos indivíduos. Maughan *et al.* (2012) observaram maiores taxas de sudorese nas situações 60% e 80% URA, em comparação com a situação 24% URA (~1,35, 1,40, 1,65, 1,80 L.h⁻¹., para as situações 24%, 40%, 60% e 80%, respectivamente). Moyen *et al.* (2014) também observaram maiores valores na taxa de sudorese nas situações onde a URA era mais alta (70% e 85% URA) quando comparadas às de menor URA (40% e 55% URA): 0,79, 0,83, 0,97, 1,07 L.h⁻¹., para as situações 40%, 55%, 70% e 85% URA, respectivamente. Estas diferenças nos valores de taxa de sudorese, observados nesses estudos, podem ser explicadas pela intensidade de exercício, que foi de 70% VO_{2máx} para o primeiro e 35% VO_{2máx} para o último. No presente experimento, a sudorese total foi maior nas situações 56% URA e 78% URA em relação à situação 39% URA. Entretanto, quando relativizada pelo tempo de exercício, os valores da taxa de sudorese não foram diferentes entre as três situações experimentais. Estes resultados discordam daqueles observados tanto por Maughan *et al.* (2012) quanto por Moyen *et al.* (2014) e podem ser parcialmente explicados pelo tipo de exercício utilizado. Os estudos anteriores (MAUGHAN *et al.*, 2012; MOYEN *et al.*, 2014) utilizaram exercícios de intensidade fixa até a fadiga enquanto o presente estudo utilizou um exercício de intensidade autorregulada. Em exercícios onde a intensidade é fixa, no momento em que o indivíduo não consegue manter a intensidade de esforço pré-fixada, ele interrompe o exercício. Já nos exercícios de intensidade autorregulada, o indivíduo tem a possibilidade de, a qualquer momento, modificar a intensidade de esforço, e conseqüentemente a produção de calor, na tentativa de modular adequadamente o esforço a ser realizado. Assim, na situação 78% URA, na qual se esperava uma maior taxa de sudorese, houve redução na velocidade de corrida (conseqüentemente na produção de calor) na segunda metade do exercício (corrida de 10 km), o que pode ter reduzido a produção de suor, contribuindo assim para que não fossem observadas diferenças na taxa de sudorese entre as situações experimentais.

Não foram encontradas diferenças significativas na gravidade específica da urina (GEU) tanto para o fator tempo (pré e pós-exercício) quanto para o fator URA (39%, 56% ou 78% URA). A ausência de diferenças é um indicativo de que os voluntários iniciaram e terminaram o exercício em condições de hidratação semelhantes. Esses valores, associados à variação % da massa corporal menor que 2% em todas as situações experimentais, nos permitem inferir que a desidratação não foi um fator limitante para o desempenho físico no presente estudo. Nesta mesma linha, Goulet (2013) mostrou em seu trabalho que uma variação de até 4% na massa corporal não foi suficiente para afetar o desempenho físico em situações de exercício em intensidade autorregulada (com validade ecológica). Cabe, entretanto, salientar que a ingestão de água foi maior na situação 78% URA, em comparação às outras duas, que não foram diferentes entre si. Sabe-se que o mecanismo de sede é influenciado principalmente por dois fatores: redução do volume plasmático e aumento da osmolaridade (MEARS *et al.*, 2016). Assim, a $\Delta\%VP$ pode ter sido um dos fatores que contribuíram para a maior ingestão de água observada na situação 78% URA. De fato, $\Delta\%VP$ foi maior apenas na situação 78% URA em relação à situação 39% URA. Entretanto, a variação na resposta desta variável (desvio padrão) foi muito grande, o que, no nosso entendimento, pode ter contribuído para que não fossem observadas diferenças entre 78% URA e 56% URA ($p = 0,09$).

Em conjunto, nossos resultados mostraram que ambientes quentes associados às altas URA prejudicam a capacidade de termorregulação durante o exercício físico. Além das respostas fisiológicas exacerbadas, principalmente em relação às temperaturas interna e da pele, a análise das variáveis termodinâmicas calculadas nos permite concluir que, como esperado, a capacidade de evaporação do suor e consequente retirada de calor do corpo foi prejudicada pelo aumento da URA. Os cálculos realizados mostraram uma menor produção, associada a um maior acúmulo de calor na situação 78% URA em comparação às situações 39% URA e 56% URA, que não foram diferentes entre si. Essas respostas refletiram numa maior razão entre acúmulo de calor e carga térmica total ($S/H \pm R \pm C$) na situação 78% URA, em relação às situações 39% URA e 56% URA, o que indica uma pior eficiência termorregulatória na situação 78% URA, uma vez que foi observado um maior acúmulo de calor mesmo com uma menor carga térmica total (MAGALHÃES *et al.*, 2010). Quanto às trocas de calor, assim como observado por Moyen *et al.* (2014), quanto maiores os valores de URA, maiores foram os valores observados para as trocas não evaporativas (R e C), embora saibamos que a quantidade de calor perdida por esses mecanismos é muito pequena em

comparação à produção total de calor. Em relação à perda evaporativa, assim como nos estudos anteriores (SMOLANDER *et al.*, 1990; MOYEN *et al.*, 2014) e conforme esperávamos, nossos resultados apontaram para uma capacidade evaporativa reduzida a medida em que a URA aumentava. Uma limitação que deve ser considerada sobre os cálculos termodinâmicos realizados é o fato de que eles foram estimados através de equações propostas por estudos anteriores (CANDAS *et al.*, 1979; DENNIS & NOAKES, 1999; FRYE & KAMON, 1983; MAGALHÃES *et al.*, 2010; MARINO *et al.*, 2004; NIELSEN, 1996). Apesar de ser uma alternativa válida, o ideal teria sido a medir o consumo de oxigênio (VO_2) durante o exercício (corrida de 10 km) para que essas variáveis pudessem ter sido calculadas de forma mais precisa, tomando-se como base os quocientes respiratórios e a produção de calor estimada através do VO_2 .

No que tange às variáveis metabólicas, como esperado, a concentração sanguínea de lactato aumentou após o exercício nas três situações experimentais. No presente estudo, a concentração de lactato foi utilizada, conjuntamente com a FC, como uma variável de controle para a intensidade do exercício. A concentração final de lactato no sangue foi menor na situação 78% URA o que pode ser explicado de duas formas: a presença de *sprint* final nas situações 39% URA e 56% URA (tendência para uma maior velocidade no km 10 em comparação ao km 9, nas duas situações; $p = 0,06$ e $0,08$) e/ou menor velocidade observada na situação 78% URA a partir do km 6 (quando comparado à velocidade no km 1).

A realização da corrida de 10 km nas diferentes condições de umidade relativa do ar não modificou o desempenho cognitivo dos indivíduos, medido através do PVT. Nenhum estudo anterior avaliou os efeitos isolados da URA sobre o desempenho cognitivo. Entretanto, Hancock & Vazmatzidis (2003) propuseram que a vigilância seria afetada de diferentes formas, dependendo da temperatura interna e do nível de estresse térmico do ambiente. No presente estudo, o estresse térmico foi suficiente para provocar um aumento considerável na temperatura interna dos voluntários. Hancock & Vazmatzidis (2003) defendem que nessas condições o desempenho cognitivo seria prejudicado, porém isso não foi observado. Um fator que poderia ajudar a explicar essa diferença pode ter sido o momento de aplicação do teste, ou seja, cerca de 10 minutos após o término do exercício, em uma sala com temperatura amena (cerca de $24^{\circ}C$). Podemos especular que, talvez, o tempo gasto para iniciar o teste de vigilância, associado às condições ambientais nas quais ele foi realizado, tenham sido suficientes para evitar declínio na capacidade de vigilância, medida pelo PVT.

Uma limitação do presente estudo foi o fato de a URA medida na situação 39% URA ter sido maior do que a proposta (30% URA). De fato, a capacidade de controlar a umidade do ar da câmara ambiental não foi suficiente para manter a URA em 30% URA durante todo o exercício, fazendo com que a URA aumentasse ao longo do tempo (o exercício geralmente iniciava em 30% URA e terminava em torno dos 40% URA). Entretanto, alguns dados nos permitem sugerir que isso não interferiu em nossos objetivos: os dados da $E_{m\acute{a}x}$ nos permitem afirmar que as situações experimentais eram diferentes sob o ponto de vista de capacidade de evaporação do suor. Além disso, os valores de URA foram estatisticamente diferentes entre si, na média (tabela 2) e em todos os momentos medidos durante as coletas (a cada 2 km).

7. CONCLUSÃO

Podemos concluir que altas URA prejudicam o desempenho físico e aumentam o estresse térmico em um exercício de corrida de 10 km realizado de forma autorregulada em ambiente quente sem, contudo, afetar o desempenho cognitivo.

REFERÊNCIAS

AHLGRIM, C.; POTTS, T.; ROBINSON, N.; SOTTAS, P. E.; RUECKER, G.; SCHUMACHER, Y. O. Are 10 min of seating enough to guarantee stable haemoglobin and haematocrit readings for the athlete's biological passport? **International Journal of Laboratory Hematology**, v. 32, p. 506-511, 2010.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE – ACSM. Position stand: exercise and fluid replacement. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.39, n. 2, p. 377-390, 2007.

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

BROCHERIE, F.; MILLET, G. P. Is the Wet-Bulb Globe Temperature (WBGT) Index Relevant for Exercise in the Heat? **Sports Medicine**, v. 45, n. 11, p. 1619-1621, 2015.

BUDD, G. M. Wet-bulb globe temperature (WBGT) – its history and its limitations. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 11, p. 20-32, 2008.

BYRNE C.; LEE, J. K. W.; CHEW, S. A. N.; LIM, C. L.; TAN, E. Y. M.. Continuous Thermoregulatory Responses to Mass-Participation Distance Running in Heat. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 38, n. 5, p. 803–810, 2006.

CANDAS, V.; LIBERT, J. P.; VOGT, J.J. Human skin wettedness and evaporative efficiency of sweating. **Journal of Applied Physiology**, v. 46, p. 522–528, 1979.

CARVALHO, M. V. Efeitos da temperatura e do volume de água ingerido no desempenho durante 40 km de ciclismo com intensidade auto-regulada no calor. **Dissertação (Mestrado)** - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

CHEUVRONT, S.N.; KENEFICK, R.W.; MONTAIN, S.J.; SAWKA, M.N. Mechanisms of aerobic performance impairment with heat stress and dehydration. **Journal of Applied Physiology**, v. 109, p. 1989-1995, 2010.

CURREL, K.; JEUKENDRUP, A. E. Validity, reliability and sensitivity of measures of sporting performance. **Sports Medicine**, v. 38, n. 4, p. 297-316, 2008.

CUSHMAN, D. M.; MARKERT, M.; RHO, M. Performance trends in large 10-km road running races in the United States. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 4, 892-901, 2014.

DALLARI, M. M. **Corrida de rua**: um fenômeno sociocultural contemporâneo. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

DE KONING, J. J.; FOSTER, C.; BAKKUM, A.; KLOPPENBURG, S.; THIEL, C.; JOSEPH, T.; COHEN, J.; PORCARI, J. P. Regulation of Pacing Strategy during Athletic Competition. **PLoS One**, v. 6, n. 1, 2011.

DE PAUW, K.; ROELANDS, B.; CHEUNG, S. S.; DE GEUS, B.; RIETJENS, G.; MEEUSEN, R. Guidelines to Classify Subject Groups in Sport-Science Research. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 8, n. 2, p. 111-122, 2013.

DENNIS, S. C.; NOAKES, T.D. Advantages of a smaller body mass in humans when distance-running in warm, humid conditions. **European Journal of Applied Physiology**, v. 79, p. 280-284, 1999.

DILL, D. B.; COSTILL, D.L. Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma and red cells in dehydration. **Journal of Applied Physiology**, v.37, p.247-248, 1974.

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

ELY, M.R.; CHEUVRONT, S.N.; ROBERTS, W.O.; MONTAIN, S.J. Impact of weather on marathon-running performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.39, p. 487-493, 2007.

ELY, M. R.; MARTIN, D. E.; CHEUVRONT, S.N.; MONTAIN, S.J. Effect of ambient temperature on marathon pacing is dependent on runner ability. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 40, p. 1675–1680, 2008.

FRYE, A. J.; KAMON, E. Sweating efficiency in acclimated men and women exercising in humid and dry heat. **Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology**, v. 54, n. 4, p. 972-977, 1983.

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

GIBSON S. C. 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.

GONZALEZ-ALONSO, J.; TELLER, C.; ANDERSEN, S. L.; JENSEN, F. B.; 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, n. 3, p. 1032-1039, 1999.

GOULET, E.D.B. Effect of exercise-induced dehydration on endurance performance: evaluating the impact of exercise protocols on outcomes using a meta-analytic procedure. **British Journal of Sports Medicine**, v. 47, n. 11, p. 679-686, 2013.

HANCOCK, P. A.; VASMATZIDIS, I. Effects of heat stress on cognitive performance: the current state of knowledge. **International Journal of Hyperthermia**, v. 19, n. 3, p. 355-372, 2003.

HAYES, M.; CASTLE, P. C.; ROSS, E. Z.; MAXWELL, N. S. The influence of hot humid and hot dry environments on intermittent-sprint exercise performance. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 9, p. 387-396, 2014.

HELOU, N. E.; TAFFLET, M.; BERTHELOT, G.; TOLAINI, J.; MARC, A. GUILLAUME, M.; HAUSSWIRTH, C.; TOUSSAINT, J. Impact of environmental parameters on marathon running performance. **PLoS ONE**, v. 7, n. 5, 2012.

ISO 9886. Evaluation of thermal strain by physiological measurements. **International Standard**, First Edition, 1992.

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

JOHNSON, J. M.; PARK, M. K. Reflex control of skin blood flow by skin temperature: role of core temperature. **Journal of Applied Physiology**, v. 47, n. 6, p. 1188-1193, 1979.

KENEFICK, R. W.; CHEUVRONT S. N.; SAWKA, M.N. Thermoregulatory function during the marathon. **Sports Medicine**, v. 37, p. 312-315, 2007.

KITROV, M. Y.; LAXMINARAYAN S.; THORSLEY, D.; RAMAKRISHNAN, S.; RAJARAMAN, S.; WESENSTREN, N. J.; REIFMAN, J. PC-PVT: A platform for psychomotor vigilance task testing, analysis, and prediction. **Behavior Research Methods**, v. 46, v. 1, p. 140-147, 2014.

MAGALHÃES, F. C.; PASSOS, R. L.; FONSECA, M. A.; OLIVEIRA, K. P.; FERREIRA-JÚNIOR, J. B.; MARTINI, A. R.; LIMA, M. R.; GUIMARÃES, J. B.; BARAÚNA, V. G.; SILAMI-GARGIA, E.; RODRIGUES, L. O. Thermoregulatory Efficiency is Increased after Heat Acclimation in Tropical Natives. **Journal of Physiological Anthropology**, v. 29, n. 1, p. 1-12, 2010.

MAIA-LIMA, A. O resfriamento corporal pré-exercício retarda a redução de potência causada pela realização do exercício em ambiente quente, e não influencia o desempenho em ambiente temperado. **Dissertação (Mestrado)** - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

MARINO, F. E.; LAMBERT, M. I.; NOAKES, T. D. Superior performance of African runners in warm humid but not in cool environmental conditions. **Journal of Applied Physiology**, v. 96, p. 124–130, 2004.

MAUGHAN, R. J.; OTANI, H.; WATSON, P. Influence of relative humidity on prolonged exercise capacity in a warm environment. **European Journal of Applied Physiology**. v. 112, p. 2313-2321, 2012.

MEARS, S. A.; WATSON, P.; SHIRREFFS, S. M. Thirst responses following high intensity intermittent exercise when access to *ad libitum* water intake was permitted, not permitted or delayed. **Physiology & Behavior**, v. 157, p. 47-54, 2016.

MICKLEWRIGHT, D.; PAPADOPOULOU, E.; SWART, J.; NOAKES, T. Previous experience influences pacing during 20 km time trial cycling. **British Journal of Sports Medicine**, v. 44, n. 13, p. 952-960, 2010.

MORAES, M. M. O exercício físico autorregulado, em ambiente quente, não aumenta o estresse oxidativo nem reduz o desempenho. **Dissertação (Mestrado)** - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

MOYEN, N. E.; ELLIS, C. L.; CICCONE, A. B.; THURSTON, T. S.; COCHRANE, K. C.; BROWN, L. E.; COBURN, J. W.; JUDELSON, D. A. Increasing Relative Humidity Impacts Low-Intensity Exercise in the Heat. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 85, n. 2, p. 112-119, 2014.

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.

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

NYBO, L; NIELSEN, B. Perceived exertion is associated with an altered brain activity during exercise with progressive hyperthermia. **Journal of Applied Physiology**, v. 91, n. 5, p. 2017-2023, 2001.

PÉRIARD, J. D.; CRAMER, M. N.; CHAPMAN, P. G.; CAILLAUD, C.; THOMPSON, M. W. Cardiovascular strain impairs prolonged self-paced exercise in the heat. **Experimental Physiology**, v. 96, p. 134-144, 2011.

RAMOS, G. P. Efeitos do exercício de intensidade fixa, autorregulada e da temperatura ambiente nas respostas metabólicas, termorregulatórias e perceptivas durante 30 km de ciclismo. **Dissertação (Mestrado)** - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

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

ROHLFS, I. C. P. M.; ROTTA, T. M.; LUFT, C. B.; ANDRADE, A.; KREBS, R. J.; CARVALHO, T. A Escala de Humor de Brunel (Brums): Instrumento para Detecção Precoce da Síndrome do Excesso de Treinamento. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 14, n. 3, p. 176-181, 2008.

ROJO, J. R. Corridas de rua, sua história e transformações. CONGRESSO SULBRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO ESPORTE, 12, 2014. **Anais...**2014.

SAMPAIO, I. B. M. Estatística aplicada à experimentação animal. 3ª ed. Belo Horizonte: **Fundação de Estudo e pesquisa 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. 103, p. 217-224, 2011a.

SCHLADER, Z. J.; SIMMONS, S. E.; STANNARD, S. R.; MUNDEL, T. Skin temperature as a thermal controller of exercise intensity. **European Journal of Applied Physiology**, v. 111, p. 1631-1639, 2011b.

SMOLANDER, J.; KORHONEN, O.; ILMARINEN, R. Responses of young and older men during prolonged exercise in dry and humid heat. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 61(5-6), p. 413-418, 1990.

THIEL, C.; FOSTER, C.; BANZER, W.; DE KONING, J. Pacing in Olympic track races: competitive tactics versus best performance strategy. **Journal of Sports Sciences**, v. 30, n. 11, p. 1107-1015, 2012.

THOMAS, S.; READING, J.; SHEPHARD, R.J. Revision of the Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q). **Canadian Journal of Sport Sciences**, v.17, n.4, p.338-345, 1992.

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, n. 6, p. 392-400, 2009.

TUCKER, R.; LAMBERT, M.I.; NOAKES, T.D. An analysis of pacing strategies during men's world-record performances in track athletics. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 1, n.3, p. 233-245, 2006.

TUCKER, R.; NOAKES, T. D. The physiological regulation of pacing strategy during exercise: a critical review. **British Journal of Sports Medicine**, v. 43, n. 6, 2009.

YOON, B. K.; KRAVITZ, L.; ROBERGS, R. VO₂max, protocol duration, and the VO₂ plateau. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 39, n. 7, p. 1186-1192, 2007.

ZHAO, J.; LORENZO, S.; AN, N.; FENG, W.; LAI, L.; CUI, S. Effects of heat and different humidity levels on aerobic and anaerobic exercise performance in athletes. **Journal of Exercise Science & Fitness**, v. 11, p. 35-41, 2013.

ANEXOS

ANEXO A – Questionário de Prontidão para a Atividade Física (PAR-Q)

Este questionário deve ser aplicado antes do início de um programa de atividade física regular, visando identificar os indivíduos para quem a atividade física pode ser inadequada ou aqueles que precisam de acompanhamento médico durante o exercício.

RESPONDA HONESTAMENTE ÀS QUESTÕES ABAIXO:

1 - Alguma vez um médico lhe disse que você possui um problema do coração e lhe recomendou que só fizesse atividade física sob supervisão médica?

Sim Não

2 - Você sente dor no peito, causada pela prática de atividade física?

Sim Não

3 – Recentemente você sentiu dor no peito?

Sim Não

4 - Você tem frequentes sensações de desmaio ou crises severas de tontura?

Sim Não

5 – Alguma vez seu médico lhe disse que você tem problemas ósseos ou articulares que podem ser agravados ou que pioraram com a prática de exercícios?

Sim Não

6 - Algum médico já lhe recomendou o uso de medicamentos para controle da pressão arterial ou para algum problema cardíaco?

Sim Não

7 - Você sabe de algum outro motivo não mencionado para que você não faça atividade física regular?

Sim Não

Se você respondeu SIM a uma ou mais perguntas, recomenda-se avaliação médica antes do início do programa de exercícios.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

EFEITOS DA UMIDADE RELATIVA DO AR SOBRE O DESEMPENHO FÍSICO E AS VARIÁVEIS TERMORREGULATÓRIAS DURANTE A CORRIDA EM INTENSIDADE AUTORREGULADA

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Danusa Dias Soares

Co-orientador: Prof. Dr. Samuel Penna Wanner

Pesquisador: Matheus Mascarenhas Sacchetto Nunes Leite

_____, você está sendo convidado a participar de uma pesquisa científica.

O objetivo dessa pesquisa é avaliar os efeitos da umidade relativa do ar (URA) sobre o desempenho e as variáveis termorregulatórias em exercícios de corrida de 10 km, realizados de forma autorregulada. Tal pesquisa será realizada no Laboratório de Fisiologia do Exercício (LAFISE), da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Se você for participar como voluntário deverá preencher uma ficha de dados pessoais e responder a um questionário que indica a sua prontidão para realizar exercícios físicos. Você deverá fazer quatro visitas ao laboratório. Na primeira, serão realizadas medidas de massa e composição corporal, altura e um teste para determinar o consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$), um indicador de sua capacidade aeróbia. Além dessas medidas, será realizada uma sessão de familiarização na qual você deverá correr a distância de 10 km no menor tempo possível em ambiente quente (33°C e 55% URA). Essa situação será idêntica a uma das situações experimentais.

Nas três visitas seguintes, serão realizadas as situações experimentais, durante as quais você deverá correr a distância de 10 km no menor tempo possível sob uma temperatura ambiente de 33°C e umidade relativa do ar de 30, 55 ou 80%. Na chegada ao laboratório, você será conduzido a um vestiário, onde deverá se trocar. Na sequência, serão entregues uma sonda retal (descartável e maleável, com aproximadamente 2 mm de diâmetro) para que sua temperatura retal seja monitorada continuamente e um copo descartável, onde você deverá

fornecer uma amostra de urina para avaliação do seu estado de hidratação. Antes do início do exercício, um cardiofrequencímetro será posicionado no seu tórax para que sua frequência cardíaca seja monitorada durante o mesmo. Além disso, imediatamente antes e logo após o exercício, serão realizadas punções venosas, onde serão retirados aproximadamente 12,5mL de sangue. Esse procedimento será realizado por um profissional devidamente treinado e serão tomados todos os cuidados relacionados à biossegurança.

Ao participar desse estudo você estará sujeito a alguns riscos associados ao exercício físico, como: lesões músculo-esqueléticas, distúrbios e incômodos causados pelo cansaço durante a atividade. Além disso, a punção venosa pode causar hematomas. As medidas de peso, altura, frequência cardíaca (FC) e o preenchimento de questionários, são simples e corriqueiras, mas podem gerar alguma ansiedade. O teste de $VO_{2máx}$ acarretará cansaço e alterações na FC. A chance, bastante remota, de um evento cardíaco é minimizada pelos critérios adotados para interrupção do exercício. Durante a familiarização e as situações experimentais, será necessário o uso de sonda retal. Embora tal sonda seja inserida e retirada somente por você, seu uso durante o exercício aumenta a possibilidade de que você sinta desconforto. Existe ainda um risco de lesões provocadas pelo calor que incluem: câimbras, inchaços, náuseas, vômitos, tonturas, desmaios e o risco de um choque hipertérmico, no qual ocorre insuficiência cardiorrespiratória, hepática e renal, que podem ocasionar coma e morte. Esse risco é quase inexistente, pois esse quadro está associado à desidratação e temperatura retal acima de 41°C e nessa pesquisa além do estado de hidratação ser monitorado, o exercício será imediatamente interrompido caso a temperatura retal alcance 40°C, ou caso você apresente qualquer sintoma que indique a possibilidade de choque hipertérmico.

Em nenhum momento da coleta você sofrerá qualquer tipo de preconceito ou discriminação. Você está isento de qualquer ajuda de custo pela participação na pesquisa. Os resultados deste estudo serão publicados, mas seus dados pessoais não serão divulgados. Além de contribuir para maior conhecimento sobre o tema e para os avanços das pesquisas desta área de conhecimento, você será pessoalmente beneficiado, pois terá acesso a testes físicos gratuitos que indicarão sua atual condição física e cujos resultados podem ser usados como parâmetros para programação de treino para melhoria de sua saúde ou rendimento. Você pode contatar os pesquisadores pessoalmente, por e-mail ou por telefone (LAFISE: 31-3409-2328) para esclarecer dúvidas referentes à pesquisa ou à sua participação, a qualquer momento, antes ou depois de consentir em participar da mesma.

Caso aceite em participar da pesquisa, você se compromete a seguir as orientações dadas durante o estudo e principalmente a informar aos pesquisadores sobre desconfortos ou lesões sofridas antes ou durante a pesquisa, pois durante todo o processo o seu bem-estar será privilegiado.

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisas (COEP) da UFMG, cujo telefone é: (31) 3409-4592. Esse comitê funciona no Campus Pampulha da UFMG: Av. Antônio Carlos, 6627, Unidade Administrativa II, 2º andar, sala 2005, Belo Horizonte, MG, CEP 31270-901. Assim, esse termo está de acordo com a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, que protege os direitos dos seres humanos em pesquisas. Quaisquer dúvidas quanto aos seus direitos como sujeito participante em pesquisas, ou se sentir que foi colocado em riscos não previstos, você poderá contatar o COEP para esclarecimentos.

Após assinar este termo você deve receber uma via do mesmo, devidamente assinada pelos responsáveis pela pesquisa.

CONSENTIMENTO

Após ter lido as informações descritas neste termo, recebido orientações sobre a natureza, riscos e benefícios do projeto e tendo tido oportunidade de formular perguntas, consinto de boa vontade em participar do estudo submetendo-me aos testes descritos.

Comprometo-me a colaborar voluntariamente e compreendo que posso retirar meu consentimento e interromper minha participação a qualquer momento, sem penalidades.

Declaro que após assinar este termo, recebi via do mesmo, no entanto, não estou desistindo de quaisquer direitos meus.

Belo Horizonte, ____ de _____ de 20__

Voluntário (Nome e CPF):

Pesquisador – Matheus Mascarenhas Sacchetto Nunes Leite

Pesquisador – Prof^ª. Dr^ª. Danusa Dias Soares

Pesquisador – Prof. Dr. Samuel Penna Wanner

APÊNDICE B – Lanche oferecido aos voluntários

Alimento	Medida	Massa	Calorias	Proteínas	Carboidratos	Lipídeos
Pão de Forma	2 fatias	50	134,50	4,64	28,34	0,10
Mussarela	1 fatia	20	65,00	5,44	0,00	4,80
Presunto	2 fatias	30	82,80	5,02	0,00	6,96
Barra de Cereais	1 unid.	25	96,00	1,60	18,00	2,00
Massa fracionada dos nutrientes			----	16,70	46,34	13,86
(g)						
Conteúdo calórico (calorias)			376,90	66,80	185,36	124,74
Teor percentual dos nutrientes			100	17,72	49,18	33,10
(%)						

(Adaptado de Carvalho, 2009).