

**EMANUEL MATTOS DELLA LUCIA**

**O IMPACTO DO USO DE UMA CAMISA DE CORRIDA COM PROTEÇÃO  
ULTRAVIOLETA NOS AJUSTES TERMORREGULATÓRIOS EM UM  
PROTOCOLO DE CORRIDA ASSOCIADO A RADIAÇÃO SOLAR  
ARTIFICIAL**

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

**Orientador (a): Prof. Thales Nicolau  
Prímola Gomes**

**VIÇOSA, MINAS GERAIS**

**2020**

**EMANUEL MATTOS DELLA LUCIA**

**O IMPACTO DO USO DE UMA CAMISA DE CORRIDA COM PROTEÇÃO  
ULTRAVIOLETA NOS AJUSTES TERMORREGULATÓRIOS EM UM  
PROTOCOLO DE CORRIDA ASSOCIADO A RADIAÇÃO SOLAR  
ARTIFICIAL**

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

Orientador (a): Prof. Thales Nicolau Prímola Gomes

APROVADA:

Assentimento:

---

Emanuel Mattos Della Lucia

Autor

---

Thales Nicolau Prímola Gomes

Orientador

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a toda minha família, Lizete, Amanda, Ceres e todas minhas tias e tios pelo suporte e presença durante toda minha graduação e pós-graduação, sendo que foram peças fundamentais para todo meu desenvolvimento como pessoa e profissional.

Aos meus amigos de Viçosa e Três Corações, que estiveram nos meus momentos de felicidade e tristeza que acometeram todo meu caminho, cujo agradecimentos eu estendo a todos eles, sem exceções, pois todos foram importantes de alguma forma e em algum momento.

Aos meus companheiros de treino de Jiu Jitsu, que permitem minha evolução como atleta e profissional, moldando meu sonho, em especial, meu professor Arlindo Paiva, que confiou em mim a todo momento, me moldando como atleta e professor de lutas que sou.

Aos meus colegas e alunos da Via Campus, que permitem a convivência e crescimento como profissional de Educação Física.

Aos meus amigos de laboratório, dentre os quais destaco William, Luciano, Bruna, Wanessa e a Carla, pelas ótimas conversas que tivemos, pelos momentos que dividiram a carga de trabalho comigo, e me ouviram em momentos de felicidade e angústia, permitindo que eu pudesse seguir em frente e não desistir. Todos momentos que passamos foram fundamentais para mim, e não conseguiria expressar em palavras a gratidão que sinto, espero que eu possa recompensar um dia.

A minha namorada, Nathiely Lima, que foi companheira durante toda a jornada, dividindo meus momentos de alegria e tristeza, me dando suporte necessário.

Aos meus professores e funcionários do Departamento de Educação Física, que foram fundamentais para me guiar até o momento de defesa, me tornando o profissional que sou hoje.

Ao meu orientador, professor Thales Nicolau, que confiou em mim desde a época de graduação, confiando a mim minha primeira bolsa de iniciação científica, meu Trabalho de Conclusão de Curso e meu mestrado, sendo peça fundamental para que eu chegasse onde estou.

A todos meus voluntários, que se dispuseram a ajudar durante minha coleta de dados. Sei que não foi fácil, mas meu sentimento de gratidão por vocês será eterno.

A CAPES e ao CNPq pelo suporte financeiro a pesquisa.

A UFV por ter me acolhido durante mais de sete anos, pelos momentos incríveis de felicidade e todas experiências e sonhos que só são possíveis graças ao acesso a um ensino superior público e de qualidade.

A Deus e à ciência.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Desenho Experimental do Estudo

Figura 2 - Esquema representativo da coleta de dados.

Tabela 1 – Dados de Caracterização da amostra.

Figura 3 - Temperatura gastrointestinal e da pele durante exercício autorregulado de 10 km.

Figura 4 - Temperatura Ambiental e Umidade Relativa durante exercício autorregulado de 10 km.

Figura 5 - Acúmulo de calor durante exercício autorregulado de 10 km

Figura 6 – Taxa de Acúmulo de Calor durante exercício autorregulado de 10 km.

Figura 7 - Massa corporal e peso da roupa durante exercício autorregulado de 10 km.

Figura 8 - Respostas de sudorese durante exercício autorregulado de 10 km.

Figura 9 - Sensação Térmica durante exercício autorregulado de 10 km.

Figura 10 - Conforto Térmico durante exercício autorregulado de 10 km.

Figura 11 – Frequência Cardíaca durante exercício autorregulado de 10 km.

Tabela 2 – Tempo Total de Exercício e Trabalho Total.

Figura 12 - Trabalho durante exercício autorregulado de 10 km.

Figura 13 - Velocidade durante exercício autorregulado de 10 km

Figura 14 – Percepção Subjetiva de Esforço durante exercício autorregulado de 10 km.

Figura 15 – *Hazard Score* durante exercício autorregulado de 10 km.

## LISTA DE ABREVIACOES

%G: Percentual de Gordura

AC: Acúmulo de Calor

ASC: rea de Superfície Corporal

ASCUV: rea de Superfície Com Ultravioleta

ASSUV: rea de Superfície Sem Ultravioleta

BPM: Batimentos Por Minuto

CT: Conforto Térmico

CUV: Com Ultravioleta

FC: Frequência Cardíaca

FCmax: Frequência Cardíaca Máxima

FPS: Fator de Proteção Solar

GEU: Gravidade Específica da Urina

IPAQ: Questionário Internacional de Atividade Física

LAPEH: Laboratório de Performance Humana

PA: Pressão Arterial

PAD: Pressão Arterial Diastólica

PAM: Pressão Arterial Média

PAR-Q: Questionário de Prontidão para a Atividade Física

PAS: Pressão Arterial Sistólica

PSE: Percepção Subjetiva do Esforço

SUV: Sem Ultravioleta

T<sub>ambiente</sub>: Temperatura Ambiental

TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

T<sub>gastrointestinal</sub>: Temperatura gastrointestinal

TiO<sub>2</sub>: Dióxido de Titânio

T<sub>pele</sub>: Temperatura da Pele

TRP: Canais Potenciais de Receptores Transitrios

UR: Umidade Relativa

UV: Ultravioleta

$\text{VO}_2$ : Volume de Oxigênio

$\text{VO}_{2\text{max}}$ : Volume de Oxigênio Máximo

W: Watts

## RESUMO

DELLA LUCIA, EM, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa. **O impacto do uso de uma camisa de corrida com proteção ultravioleta nos ajustes termorregulatórios em um protocolo de corrida associado à radiação solar artificial.** Orientador: Thales Nicolau Prímola Gomes.

**Introdução:** Comercialmente, diversos tipos de camisas são oferecidos e comercializados para praticantes de esportes. Certos modelos de camisa destacam-se por oferecerem proteção Ultravioleta contra radiação solar e, conseqüentemente, diminuem a temperatura da pele dos seus usuários. Essa queda da temperatura pode ser associada a uma melhor performance em exercícios de longa duração. **Objetivo:** Verificar as respostas termorregulatórias e perceptivas em corredores que estejam utilizando uma camisa com proteção UV submetidos ao ambiente quente e com radiação artificial. **Métodos:** Nove homens com prática em corrida de rua (Idade:  $28 \pm 6$  anos; área de superfície corporal:  $1,88 \pm 0,08\text{m}^2$ ) que realizaram 4 visitas ao laboratório. A 1ª visita foi destinada à caracterização da amostra, aplicação do questionário de Prontidão para a Atividade Física (PAR-Q), Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) e teste máximo em esteira; na 2ª visita foi feita a familiarização ao protocolo experimental e nas 3ª e 4ª visitas foram realizadas as sessões de 10 quilômetros em ambiente quente associado à radiação solar artificial ( $T_{\text{ambiental SUV}}: 32,1 \pm 0,7^\circ\text{C}$  vs.  $T_{\text{ambiental CUV}}: 32,3 \pm 0,0^\circ\text{C}$ ; umidade relativa SUV:  $69,0 \pm 0,0\%$  vs. umidade relativa CUV:  $68,0 \pm 0,0\%$ ). O protocolo de exercício consistiu em uma corrida autorregulada de 10 quilômetros. As variáveis medidas foram: a temperatura gastrointestinal, por meio da ingestão de uma cápsula telemétrica ( $T_{\text{gastrointestinal}}$  °C); a temperatura média da pele, por meio de sensores de temperatura ( $T_{\text{pele}}$  °C); a velocidade de exercício (km/h); o conforto térmico (CT); a sensação térmica (ST) e a percepção subjetiva do esforço (PSE), por meio das escalas subjetivas; a frequência cardíaca, por meio de cardiofrequencímetro (FC); a gravidade específica da urina por meio de refratômetro (GEU); acúmulo de calor (AC); taxa de acúmulo de calor (TAC); tempo total de exercício (min); trabalho (W); respostas de sudorese e *Hazard Score*. Após a verificação de normalidade, os dados foram analisados através da ANOVA Two-Way de medidas repetidas, com post-hoc de Bonferroni, Teste T e Teste T pareado (Média  $\pm$  DPM;  $\alpha = 5\%$ ). O trabalho foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética (protocolo: 20080619.0.0000.5153). **Resultados:** Observou-se que não houve

diferença entre os grupos durante exercício autorregulado em relação à  $T_{\text{gastrointestinal}}$  (SUV:  $38,3 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$  vs. CUV:  $38,4 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$   $p > 0,05$ ), à  $T_{\text{pele}}$  (SUV:  $36,6 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  vs. CUV:  $35,8 \pm 1,6^{\circ}\text{C}$ ), à velocidade (SUV:  $7,9 \pm 1,7\text{km/h}$  vs. CUV:  $7,6 \pm 1,4 \text{ km/h}$ ;  $p > 0,05$ ), à FC (SUV:  $157,1 \pm 17,9 \text{ bpm}$  vs. CUV:  $157,0 \pm 1,9 \text{ bpm}$ ;  $p > 0,05$ ). à PSE (SUV:  $16,1 \pm 3,5$  vs. CUV:  $18,3 \pm 1,5$ ;  $p < 0,05$ ) à massa corporal (SUV:  $73,8 \pm 6,3\text{kg}$  vs. CUV:  $73,8 \pm 6,0\text{kg}$ ;  $p > 0,05$ ), ao AC e à TAC (ACSUV:  $96,7 \pm 18,2\text{W/m}^2$  vs. ACCUV:  $97,8 \pm 22,5 \text{ W/m}^2$ ;  $p > 0,05$ ) e (TACSUV:  $1,4 \pm 0,2\text{W/m}^2/500 \text{ metros}$  vs. TACCUV:  $1,3 \pm 0,5 \text{ W.m}^2/500 \text{ metros}$ ;  $p > 0,05$ ), respectivamente. Também não foram observadas diferenças entre os protocolos de exercícios no que diz respeito ao CT (SUV:  $3,7 \pm 0,4$  vs. CUV:  $3,8 \pm 0,3$ ;  $p < 0,05$ ) e ao peso final da roupa (CUV:  $0,58 \pm 0,11\text{kg}$  vs. SUV:  $0,57 \pm 0,12\text{kg}$ ;  $p > 0,05$ ). O tempo total de exercício não apresentou diferenças entre os grupos (SUV:  $74,4 \pm 12,9 \text{ min}$  vs. CUV:  $69,5 \pm 13,9\text{min}$ ;  $p > 0,05$ ), assim como o trabalho total (SUV:  $1337,5 \pm 294,9\text{W}$  vs. CUV:  $1369,3 \pm 231,0\text{W}$ ;  $p > 0,05$ ). **Conclusão:** A utilização de uma camisa com proteção UV não altera as respostas fisiológicas, perceptivas e de desempenho durante exercício autorregulado em ambiente quente associado à radiação solar artificial.

Palavras-chave: Roupas, Termorregulação, Atividade Física.



## ABSTRACT

DELLA LUCIA, EM, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa. **The impact of using a running T-shirt with UV protection on the thermoregulatory adjusts in self-paced running protocol associated with artificial solar radiation.** Adviser: Thales Nicolau Prímola Gomes.

**Introduction:** Commercially, several types of shirts are offered and marketed to athletes. Certain shirt models stand out for offering Ultraviolet protection against solar radiation and, consequently, lowering the skin temperature of their users. This drop in temperature can be associated with better performance in long-term exercises. **Aim:** Check the thermoregulatory and perceptual responses in runners who are using a UV-protected shirt submitted to the hot environment and with artificial radiation. **Methods:** Nine runners (Age:  $28 \pm 6$  years; body surface area:  $1.88 \pm 0.08\text{m}^2$ ) made 4 visits to the laboratory, the first visit being aimed at characterizing the sample, applying the Readiness questionnaire for Physical Activity (PAR-Q), International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) and maximum test on a treadmill; on the second visit the familiarization with the experimental protocol was made and on the third and fourth visits, a 10 km sessions were carried out in a warm environment associated with artificial solar radiation ( $T_{\text{ambiental CUV}}: 32.3 \pm 0.0 \text{ }^\circ\text{C}$ ; relative humidity:  $68.0 \pm 0.0\%$ ,  $T_{\text{ambiental SUV}}: 32.1 \pm 0.7 \text{ }^\circ\text{C}$ ; relative humidity:  $69.0 \pm 0.0\%$ ,). The exercise protocol consisted of a 10-km self-paced run. The measured variables were the gastrointestinal temperature, through the ingestion of a telemetric capsule ( $T_{\text{gastrointestinal }^\circ\text{C}}$ ), the average skin temperature through temperature sensors ( $T_{\text{skin }^\circ\text{C}}$ ), the exercise speed (km/h), the thermal comfort (TC), the thermal sensation (TS) and the rated perception of effort (RPE) by means of subjective scales, heart rate by means of a heart rate monitor (HR), the specific gravity of the urine by means of a refractometer (SU), heat accumulation (HA), heat accumulation rate (HAR), total exercise time (min), work (W), sweating responses and *Hazard Score*. After normality analysis, data were analyzed using Two-Way ANOVA repeated measures, Bonferroni post-hoc, T test and paired T test (Mean  $\pm$  SD;  $\alpha = 5\%$ ). The work was submitted and approved by the Ethics Committee (Protocol: 85279618.1.0000.5153). **Results:** It was observed that there was no difference between the groups during self paced exercise in relation to  $T_{\text{gastrointestinal}}$  (SUV:  $38.3 \pm 0.3 \text{ }^\circ\text{C}$  vs. CUV:  $38.4 \pm 0.4 \text{ }^\circ\text{C}$   $p > 0.05$ ), at  $T_{\text{skin}}$  (SUV:  $36.6 \pm 0.5 \text{ }^\circ\text{C}$  vs. CUV:  $35.8 \pm 1.6 \text{ }^\circ\text{C}$ ), at speed (SUV:  $7.9 \pm 1.7 \text{ km / h}$  vs. CUV:  $7.6 \pm 1.4 \text{ km / h}$ ;  $p >$

0.05), HR (SUV:  $157.1 \pm 17.9$  bpm vs. CUV:  $157.0 \pm 1.9$  bpm;  $p > 0.05$ ). SPE (SUV:  $16.1 \pm 3.5$  vs. CUV:  $18.3 \pm 1.5$ ;  $p < 0.05$ ) to body mass (SUV:  $73.8 \pm 6.3$  kg vs. CUV:  $73.8 \pm 6.0$ kg;  $p > 0.05$ ), to HA and RAH (ACSUV:  $96.7 \pm 18.2$ W / m<sup>2</sup> vs. ACCUV:  $97.8 \pm 22.5$  W / m<sup>2</sup>;  $p > 0.05$ ) and (TACSUV:  $1.4 \pm 0.2$ W / m<sup>2</sup> / 500 meters vs. TACCUV:  $1.3 \pm 0.5$  W.m<sup>2</sup> / 500 meters;  $p > 0.05$ ), respectively. There were also no differences between the exercise protocols with regard to the TC (SUV:  $3.7 \pm 0.4$  vs. CUV:  $3.8 \pm 0.3$ ;  $p < 0.05$ ) and the final weight of the clothing (CUV:  $0.58 \pm 0.11$ kg vs. SUV:  $0.57 \pm 0.12$ kg;  $p > 0.05$ ). Total exercise time did not differ between groups (SUV:  $74.4 \pm 12.9$  min vs. CUV:  $69.5 \pm 13.9$  min  $> 0.05$ ), as well as total work (SUV:  $1337.5 \pm 294.9$ W vs. CUV:  $1369.3 \pm 231.0$ W;  $p > 0.05$ ). **Conclusion:** The use of a shirt with UV protection does not alter the physiological, perceptual and performance responses during self-regulated exercise in a hot environment associated with artificial solar radiation.

**Keywords:** Clothes, Thermoregulation, Physical Activity.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	13
1.1 Termorregulação autonômica no calor durante repouso.....	14
1.2 Termorregulação autonômica e exercício no calor .....	15
1.3 Termorregulação comportamental e ambiente quente .....	16
1.4 Termorregulação comportamental durante exercício no calor .....	18
1.5 Radiação solar e desempenho .....	20
1.7 Vestimenta e estresse térmico.....	21
1.8 Proteção ultravioleta em tecidos .....	23
2. OBJETIVOS .....	25
2.1 Objetivo geral .....	25
2.2 Objetivos específicos .....	25
3. METODOLOGIA.....	26
3.2. Amostra.....	26
3.3. Procedimentos Éticos.....	26
3.4. Critérios de inclusão .....	26
3.5. Critérios de exclusão.....	26
3.6. Local .....	26
3.7. Desenho experimental.....	27
3.8. Teste máximo.....	29
3.9. Protocolo de exercício .....	29
3.9. Camisas utilizadas.....	32
3.10. Variáveis medidas .....	32
3.10 Variáveis calculadas .....	34
3.11 Análise estatística .....	36
2. 4. RESULTADOS .....	36
5. DISCUSSÃO .....	54

6. CONCLUSÃO.....	58
7. REFERÊNCIAS .....	59
ANEXOS .....	74

## 1. INTRODUÇÃO

A termorregulação é entendida como a manutenção da temperatura ou das temperaturas de corpo dentro de uma faixa restrita de condições que envolvam cargas térmicas externas ou internas variáveis (BLIGHT e JONHSON, 1973). A temperatura corporal é resultante da relação de produção e perda de calor, sendo que os principais processos para transferência de calor são: condução, convecção, radiação e evaporação. Esses processos de trocas de calor resultam em uma temperatura corporal com valor próximo de 37°C (LIM, BYRNE, LEE, 2008).

O controle dos mecanismos termorregulatórios ocorre através do sistema nervoso central, no qual as mudanças de temperatura são mediadas por termorreceptores localizados periférica e internamente, denominados “Canais Potenciais de Receptor Transiente” ou “canais TRP”. A função termorregulatória dos canais TRP, bem como sua distribuição tecidual, acontece através de faixas específicas de calor e abrange diferentes regiões do corpo. Por exemplo, o canal TRPV1 é sensível a temperaturas acima de 43°C e é responsável pela integração do sistema nervoso central e periférico. O TRPA1, por sua vez, é sensível a temperaturas inferiores a 18°C e sua função termorregulatória é prioritária a tecidos presentes no sistema nervoso periférico e nas células capilares. Além dos citados, outros canais exercem funções relativas a diversas faixas de temperatura, tais como: Canal TRPV2<sup>+</sup>, cujo limiar de sensibilidade térmica está em faixas de temperaturas superiores a 52°C; Canal TRPV3, no qual o início de sensibilidade térmica acontece acima de 33°C; TRPV4, que apresenta o começo de sensibilidade térmica entre 28-42°C e TRPM8, cujo início de sensibilidade térmica ocorre entre 15-28°C (WETSEL, 2011; FERRER-MONTIEL *et al*, 2012).

Dessa forma, o Sistema Nervoso Central age de modo integrado aos receptores centrais e periféricos, resultando em um sistema aferente e eferente. Nesse sistema, as ações eferentes acontecem em mudanças comportamentais, de fluxo sanguíneo, de taxas metabólicas e de respostas de sudorese. Além disso, a influência do estresse por calor, frio ou exercício físico altera o tipo e magnitude dessas respostas, resultando em um mecanismo de retroalimentação, controlados através da região pré-ótica anterior do hipotálamo (SCHLADER, VARGAS, 2019; ROMANOVISKY, 2007).

Os mecanismos relacionados à termorregulação dividem-se em autonômicos e comportamentais. Os autonômicos estão relacionados a ações não-voluntárias, cujas

principais ações são os tremores e a sudorese, com o objetivo de ganho e perda de calor respectivamente, bem como as ações relativas a circulação sanguínea, como a vasodilatação e vasoconstrição (CHARKOUDIAN, 2003). A ordem de ativação das respostas termorregulatórias é inicialmente dada por respostas vasomotoras, seguidas de respostas comportamentais e, por fim, pelo início da sudorese como última “linha de defesa”, caso a vasodilatação e a resposta comportamental não sejam suficientes para evitar o aumento de temperatura (MAHMOOD, ZWEIFLER, 2007; VARGAS, SCHLADER, 2018).

Para um melhor entendimento do balanço térmico corporal, é necessário entendermos uma fórmula conceitual que envolve todos os processos relativos à perda e ao ganho de calor. A fórmula pode ser descrita por:

$$S=M - Te \pm K \pm R \pm C \pm C_{res} - E_{res} - E_{pele}$$

Na qual “S” é a taxa de armazenamento de calor; “M”, a taxa metabólica do indivíduo; “Te”, o trabalho externo realizado por aquele indivíduo; “K”, os processos de perda e ganho de calor através de condução; “R”, os processos de perda e ganho de calor através de radiação; “C”, os processos de perda e ganho de calor através de convecção; “C<sub>res</sub>”, os processos de perda e ganho de calor através da convecção respiratória; “E<sub>res</sub>”, o processo de perda de calor através da evaporação respiratória e “E<sub>pele</sub>”, o processo de perda de calor através da evaporação do suor presente na pele. A resultante desses valores (representada por S) pode terminar em valores positivos, indicando ganho de calor corporal, ou valores negativos, indicando perda de calor corporal (CRAMER, JAY, 2016).

### **1.1 Termorregulação autonômica no calor durante repouso**

Durante o repouso, as respostas vasomotoras em ambiente quente são mediadas por neurônios colinérgicos, com função de aumentar o fluxo de sangue para a pele através da vasodilatação, a fim de manter a homeostase, realizando perda de calor seco (JOHNSON, MINSON, KELLOG, 2011). Adicionalmente, o aumento da temperatura interna também está correlacionado ao aumento de ações vasodiladoras (SCHLADER *et al*, 2018), e, associado ao processo de aumento da perfusão de sangue para a pele, ocorre um aumento da frequência cardíaca e débito cardíaco, acompanhado de uma redistribuição de sangue de locais como os rins e regiões viscerais (CRANDALL, WILSON, 2011; WILSON, 2017).

Além disso, destaca-se também a sudorese, que consiste na secreção de suor na superfície corporal, promovendo a perda de calor através do processo de evaporação. Ela pode ser iniciada pelo aumento tanto da temperatura interna, quanto da temperatura da pele (TANSEY, JOHNSON, 2015). Assim como o processo de vasodilatação, a sudorese é regulada por meio da ação de neurônios colinérgicos sobre glândulas sudoríparas écrinas, localizadas na superfície da pele (SHIBASAKI, WILSON, CRANDALL, 2006). A taxa de perda de calor por evaporação é influenciada fortemente pela umidade do ambiente, visto que altas taxas de umidade diminuem a perda de calor corporal através da sudorese (CANDAS, LIBERT, VOGT, 1983; GRICE, SATTAR, BAKER, 1972).

## **1.2 Termorregulação autonômica e exercício no calor**

Com relação à termorregulação autonômica e ao exercício realizado no calor, percebe-se que existe um aumento da temperatura central durante a atividade física. Essa elevação da temperatura é causada pelo aumento da taxa metabólica basal do organismo, que está associado também ao processo de contração muscular durante o exercício. Isso acontece porque a contração muscular não é um processo mecanicamente efetivo devido ao fato de que 70-80% da energia produzida pelos músculos é dissipada na forma de calor (BANGSBO *et al*, 2000; GONZÁLEZ-ALONSO *et al*, 2000; EDWARDS *et al*, 1975; KRUSTRUP *et al*, 2001, 2003), e, ainda, o aumento da temperatura central resultante da atividade ocorre em seus estágios iniciais, sem que gere uma dissipação eficaz para a perda de calor (KENNEY *et al*, 2003; 2006; SAWKA *et al*, 2011).

Nesse cenário, a vasodilatação promove perda de calor seca através de irradiação e convecção durante exercício em ambiente quente (CHAKOUDIAN, 2016). No entanto, essa perda ocorre de forma “competitiva”, já que quando o sangue é direcionado às musculaturas ativas, acontecem duas respostas eferentes devido ao início do exercício e ao aumento da temperatura. Uma dessas respostas é a vasoconstritora, que é induzida pelo exercício, e, ao ser combinada a uma resposta vasodilatadora aumentada induzida pelo ganho de temperatura (VAN BEAUMONT, BULLARD, 1966), resulta em uma resposta simultânea, que se dá tanto através de vasodilatação, quanto de vasoconstrição (KELLOG, JOHNSON, KOSIBA, 1991).

Além disso, a sudorese também possui função principal na regulação da temperatura. Através de vias autonômicas, ela exerce uma transferência de calor pela evaporação de forma unidirecional, transferindo calor da pele para o ambiente (HAYMES, WELLS, 1986). Dessa forma, ela é responsável por mais de 80% do calor dissipado durante o exercício físico (GISOLFI *et al*, 2000).

### **1.3 Termorregulação comportamental e ambiente quente**

Além da termorregulação autonômica, existe a termorregulação comportamental, conhecida como importante “linha de defesa” para manutenção da temperatura corporal (TAYLOR, WERNER, MEKJAVIC, 2008). Ela é definida como: qualquer movimento coordenado de um organismo tendendo a estabelecer uma condição térmica ambiental que favoreça a troca de calor ou balanço térmico em relação a um ambiente (BLIGHT e JOHNSON, 1973). O comportamento termorregulatório pode ser entendido também como uma tentativa de os humanos obterem prazer térmico (CABANAC, SERRES, 1976) de forma que a realização dessas ações comportamentais ocorra de maneira voluntária, por meio da mediação do conforto térmico (KURZ, 2008).

Para o entendimento de como acontece essa mediação, é necessário compreendermos algumas questões moduladoras para o controle dos processos termorregulatórios comportamentais. A ativação de termorreceptores provoca mudanças conscientes na percepção térmica discriminativa e afetiva. A percepção discriminativa, por sua vez, refere-se às mudanças relativas à intensidade do calor sentido, enquanto a percepção afetiva refere-se às percepções relativas ao conforto e prazer térmico (BLATTEIS *et al*, 2001; ATTIA, 1984). Sendo assim, aponta-se que o principal fator modulador do comportamento termorregulatório é o desconforto térmico subjetivo dos indivíduos, uma vez que ele está ligado a percepções discriminativas (GAGGE, STOLWIJK, HARDY, 1967; SATINOFF, 2010; SCHLADER *et al*, 2011). Por conseguinte, o desconforto térmico motiva o comportamento termorregulatório nos indivíduos, sendo que sem a sua presença não há ocorrência de ações comportamentais (SCHLADER *et al*, 2011).

Apesar de as vias autonômicas serem reguladas na região pré-ótica do hipotálamo, as vias relacionadas ao comportamento termorregulatório indicam uma percepção de temperatura relativa às mesmas na região do núcleo ventromedial posterior do tálamo, especificamente nos córtices orbito frontal e cíngulo anterior, nos



quais as percepções relativas ao desconforto térmico são geradas. A partir dessas percepções, a decisão referente ao comportamento termorregulatório é tomada (CRAIG, 2002; ROLLS, GRABENHORST, PARRIS, 2008; GRABENHORST, ROLLS, PARRIS, 2008). Dessa forma, a região pré-ótica do hipotálamo é responsável diretamente por respostas autonômicas (sudorese, tremores, respostas vasomotoras), enquanto a resposta comportamental dá-se através de regiões presentes no córtex motor (FARREL, TREVAKS, MCALEEN; 2014). Contudo, ainda não é clara a função do hipotálamo nas respostas termorregulatórias comportamentais (ALMEIDA, VIZIN, CARRETTIERO, 2015), embora exista uma conectividade fisiológica entre a região pré-ótica do hipotálamo e as estruturas presentes no córtex central (FARREL, TREVAKS, MCALEEN; 2014).

Estímulos térmicos que alteram a temperatura da pele demonstram uma função periférica independente para percepção térmica (ATTIA, 1984). Somado a isso, um aumento na taxa metabólica causada pelo exercício, faz com que ocorra um aumento da temperatura interna, sugerindo que exista, então, um receptor interno específico à percepção térmica. Assim, percebe-se que a variação da temperatura interna ou da pele mediam a ação termorregulatória comportamental, uma vez que essas variações influenciam na percepção térmica dos indivíduos (BLEICHERT *et al*, 1973; CABANAC, MASSONNET, BELAICHE, 1972; CABANAC, CUNNINGHAM, STOLWIJK, 1971; VARGAS *et al*, 2018). A partir do exposto, verifica-se que a temperatura da pele por si só, ou em associação com a temperatura interna, mostra-se como o índice mais confiável para determinação do início de ações termorregulatórias comportamentais.

Essas ações são mediadas principalmente pela temperatura ambiental, uma vez que, em ambiente normotérmicos, a termorregulação comportamental é iniciada pelas mudanças da temperatura da pele, que provocam desconforto térmico, o que motiva uma resposta comportamental (SCHLADER *et al*, 2018; SCHLADER *et al*, 2016; SCHLADER *et al*, 2013; SCHLADER *et al*, 2018; SCHLADER *et al*, 2016). Essa resposta irá variar de acordo com diferentes temperaturas ambientais, sendo elas opostas para situações de frio e calor. Por exemplo, as alterações posturais possuem objetivos diferentes, elas podem tanto reduzir a dissipação de calor através da diminuição da área exposta em um ambiente frio, como aumentar a dissipação de calor, o que elevará a área exposta em um ambiente quente (CABANAC, 2010).

#### 1.4 Termorregulação comportamental durante exercício no calor

Sabe-se que a termorregulação comportamental possibilita uma infinidade de ações possíveis para a regulação da temperatura quando comparada à via autonômica (BENZINGER, 1969), sendo uma delas realizada por meio de exercícios físicos de maneira autorregulada. Em uma atividade de longa duração, ocorre um aumento de temperaturas corporais internas e dada essa situação, através da via comportamental, ocorre a diminuição da intensidade do exercício, que tem como objetivo evitar um processo de hipertermia (TATTERSON *et al.* 2000; TUCKER *et al.* 2004).

A relação entre termorregulação comportamental e exercício realizado no calor pode ser entendida tendo em vista a influência do ambiente quente na queda de desempenho durante exercício realizado de maneira autorregulada (FLOURIS, 2011; SCHLADER, STANNARD, MÜNDEL, 2010). Nesse sentido, três fatores influenciam a redução do desempenho durante a realização de exercício: as maiores percepções térmicas (sensação e conforto térmicos) e de esforço (SCHLADER, STANNARD, MÜNDEL, 2010) e o aumento do estresse cardiovascular quando o indivíduo está exercitando-se em ambiente quente (CHEUVRONT *et al.*, 2010; SAWKA *et al.* 2011,2010).

Com relação ao conforto térmico, nota-se que ele é alterado na presença de um estímulo térmico, de maneira que o deslocamento da temperatura corporal para um estado de não-normotermia (seja ele hipotermia ou hipertermia) modifique esse conforto (ATTIA, 1984; CABANAC 1971; CABANAC, 1992). O exercício físico, nesse cenário, altera o conforto térmico devido ao aumento da temperatura central (BLEICHERT *et al.*, 1973; SCARPERI, BLEICHERT, 1983), embora seja estabelecido que o aumento da temperatura da pele também seja um fator relevante para modificação do conforto térmico durante o exercício em ambiente quente (MAW, BOUTCHER, TAYLOR, 1993; TUCKER *et al.*, 2006).

A sensação térmica mostra-se diretamente ligada à temperatura da pele (MOWER, 1976; YAO *et al.*, 2007; ZHANG *et al.*, 2010), em virtude disso, durante o exercício, a variação da temperatura reflete em mudanças relativas ao ganho ou à dissipação de calor da pele (SCHLADER *et al.*, 2011). Nota-se, no entanto, que durante o exercício praticado no calor, ocorre uma redução da sensação térmica, de maneira que, no momento da prática de exercício, as respostas relacionadas com as sensações

térmicas tendem a ser subestimadas, havendo a necessidade de estudos mais profundos de como a sensação térmica modula o comportamento durante exercício (GERRETT *et al*, 2014).

A percepção de esforço durante o exercício é aumentada quando o exercício é realizado no calor, isso porque ocorre uma maior temperatura da pele (GAGGE, STOLWIJK, SALTIN, 1969; BERGH *et al*, 1986). Nesse sentido, uma temperatura ambiental elevada aumentará a temperatura da pele, resultando em maiores sensações térmicas e maior intensidade do estresse cardiovascular. Estes serão responsáveis por elevar as percepções de esforço e reduzir o desempenho do exercício realizado em ambiente quente (CREWE, TUCKER, NOAKES, 2008).

O aumento do estresse cardiovascular está relacionado à termorregulação comportamental durante exercício realizado no calor (CHEVRONT *et al*, 2010; SAWKA, CHEVRONT, KENEFICK, 2012). Aponta-se que a redução do desempenho nos exercícios de longa duração realizados no calor, deve-se ao aumento do fluxo sanguíneo para a pele, o que reduz a oferta de sangue para musculaturas ativas e, por sua vez, o débito cardíaco (ROWEL *et al*, 1966; GONZALEZ- ALONSO, CALBET, 2003).

Assim como o sistema cardiovascular, o sistema nervoso central também é influenciado por altas temperaturas ambientais, o que causa prejuízo no desempenho do praticante. Em temperaturas ambientais elevadas, ocorre uma queda de ativação eletromiográfica na musculatura, da mesma forma que acontece a queda na ativação voluntária de força devido a mecanismos do Sistema Nervoso Central. Essas mudanças antecipam uma alta temperatura corporal, alterando, dessa forma, o funcionamento muscular (TUCKER *et al*, 2004; NYBO, 2001).

Em suma, o ambiente influencia a capacidade de controle do desempenho do exercício do indivíduo, uma vez que altas temperaturas ambientais causam redução no ritmo do exercício. Essa queda de desempenho é resultante do aumento da temperatura da pele, que causa maior estresse cardiovascular, associado ao aumento da percepção térmica do indivíduo. Esses dois fatores associados, aumentam a percepção de esforço durante o exercício autorregulado em ambiente quente, causando redução de desempenho, que, por sua vez, altera a temperatura central (FLOURIS, SCHLADER, 2015).

## 1.5 Radiação solar e desempenho

Outro fator a ser ressaltado é a radiação solar, que influencia a capacidade de exercício do indivíduo. Maiores incidências de calor por radiação diminuem o desempenho durante exercício físico autorregulado, fazendo com que ocorra uma queda na capacidade aeróbica do indivíduo de maneira progressiva, ao considerar o aumento da incidência de calor oriundo de radiação (OTANI *et al*, 2016; OTANI *et al*, 2019).

Nota-se que a exposição prolongada ao sol durante exercício aeróbico de longa duração causa redução do desempenho. Isso pode ser observado principalmente em maratonistas. Os atletas que participam de provas com maiores incidências de radiação solar possuem rendimentos inferiores quando comparados aos que participam de provas com menor incidência (VIHMA, 2010). A partir desse exemplo, é possível perceber como a radiação pode interferir no desempenho durante as atividades físicas.

É importante destacar, além disso, que a hora do dia também influencia a prática de exercício físico de intensidade moderada ou alta. Durante os períodos matutinos, as temperaturas da pele são mais elevadas, assim como a frequência cardíaca e isso, conseqüentemente, gera maiores níveis de estresse térmico. Contudo, durante períodos vespertinos ou noturnos, o aumento não acontece. Essa variação ocorre porque no turno da manhã há um aumento do ângulo de elevação do Sol, resultando, assim, em uma maior incidência de radiação solar, o que, por sua vez, prejudica o desempenho do praticante (OTANI *et al*, 2017; OTANI *et al*, 2019; O'CONNOR *et al*, 2020).

A corrida de rua é uma modalidade que está em crescimento constante em todo o mundo nos últimos anos. Esse aumento está tanto no número de praticantes como no sentido comercial (SALGADO, MIKAIL. 2006). É comum, no sentido comercial, a adesão de pessoas a grupos de corrida, e, para tanto, diversos fatores são levados em consideração para sua prática: desde a melhoria da saúde até a fatores psicológicos, como melhoria da autoestima e depressão. (TRUCOLLO, MADURO. 2008). Com isso, comumente encontra-se diversos grupos de corrida de academias que praticam o esporte ao ar livre em diferentes tipos de ambientes.

Uma forma de relacionar a termorregulação comportamental e a prática de corrida é através da utilização de protocolos “*Distance Trials*”, que tem como função expressar alterações voluntárias durante a prática do exercício. Tais alterações apresentam-se como ações que modificam a produção de calor do indivíduo (BLIGH,

JOHNSON, 1973) e podem ser consideradas como comportamentos termorregulatórios presentes durante a prática de exercício em ambientes quentes (FLOURIS, 2011).

A termorregulação comportamental, nesse caso, pode ser evidenciada através da redução voluntária da performance durante exercício, uma vez que a literatura aponta uma queda de rendimento em corredores durante provas de maratona e ultramaratona realizadas em ambientes quentes (WEGELIN, HOFFMAN, 2011; ELY *et al*, 2007; ELY, CHEUVRONT, MONTAIN, 2007; VIHMA, 2010). A atenuação da performance tem como objetivo diminuir a produção de calor metabólica, e com isso, evitar o processo de hipertermia (SCHLADER *et al*, 2011; SCHLADER, STANNARD, MUNDEL, 2011).

### **1.7 Vestimenta e estresse térmico**

A vestimenta utilizada durante a realização de exercícios apresenta-se como uma barreira termorregulatória para o balanço térmico, configurando-se como um “isolamento”, que deve ser compreendido como uma forma de diminuir a perda de calor do corpo para o ambiente, reduzindo a dissipação de calor. Em alguns casos, a utilização de roupas pode prejudicar a performance do atleta e aumentar o risco de lesões relacionadas ao calor (DAVIS, BISHOP. 2013).

Além disso, é necessário entender que a roupa cria um “microambiente” entre a pele e a própria roupa, fazendo com que esse “microambiente” fique mais quente e úmido que o ambiente em que a pessoa está situada (BISHOP, GU, CLAPP. 2000). Para compreender esse “microambiente”, é necessário entender alguns fatores relativos não apenas ao ambiente em que a pessoa está, mas também, ao aumento do metabolismo durante o exercício e, às propriedades de isolamento térmico das roupas utilizadas.

Algumas propriedades de isolamento relativas às vestimentas afetam o balanço térmico. Para referirmos a essas propriedades, usa-se o termo “Clo”, que pode ser definido como uma unidade relativa à capacidade de isolamento térmico de diferentes roupas (GAGGE, BURTON, BAZZET. 1941). Além dele, outro índice que diz respeito às propriedades térmicas de roupas, é o índice de permeabilidade do vapor de água e ar, que reflete a resistência evaporativa do material da roupa, sendo afetado por fatores relativos à quantidade de ar entre os tecidos e fibras do material utilizado (HARDY, 1963). Um exemplo da utilização de materiais que leva em conta os aspectos mencionados acima é o uniforme usado na Copa do Mundo de 2006. Este evento de

futebol foi o primeiro a considerar, para a confecção dos uniformes, os aspectos do material utilizado. Com isso, alguns uniformes prometiam aos atletas maior sensação de frescor, isso porque havia uma maior quantidade de ventilação presente no tecido (MCCURRY, BUTLER, 2006).

Outro fator a ser considerado para o balanço térmico relativo ao uso de roupas é a quantidade de pele exposta ao ambiente, visto que quanto mais pele exposta, maior será a perda de calor evaporativo. Destarte, a presença da roupa pode ser considerada como uma barreira termorregulatória, uma vez que, por causa da sua utilização, a perda de calor para o ambiente é reduzida. Dessa forma, o aumento da temperatura ambiental associado a uma diminuição de capacidade evaporativa causada pela utilização de vestimentas torna propício o acúmulo de calor corporal (GAVIN, 2003; KENNY, WILMORE, COSTILL;2012). Evidencia-se, assim, que o uso de uma vestimenta não adequada, relacionada a uma tarefa de alta demanda metabólica, pode levar a um estresse térmico elevado, bem como uma recuperação mais lenta dos indivíduos expostos (ZHAO et al, 2017).

Quando se associa a radiação solar a diferentes cores de roupas, observa-se que as cores podem influenciar na circulação sanguínea de indivíduos. Por exemplo, a cor escura provoca uma maior radiação solar absorvida e, conseqüentemente, causa aumento da temperatura da pele. Além disso, quando expostas a luz solar, as pessoas que utilizam roupas escuras têm um aumento da frequência cardíaca maior quando comparadas às pessoas que usam cores claras (BLAZEJCZYK *et al*, 1999).

Nota-se também que a utilização de camisas com cores distintas promove taxas de sudorese locais diferentes. Por exemplo, camisas de cor branca promovem altas taxas de sudorese, fazendo com que se reduza a temperatura da pele (KATO, TOKURA, 1996). Por outro lado, tecidos escuros possuem uma absorção maior de calor. Contudo, é necessário avaliar outros fatores como: a transparência do material da superfície, o valor de isolamento da roupa, o número de camadas de roupa e ar sob a superfície, e o isolamento da camada de ar na superfície para, só então, quantificar o estresse térmico daquela vestimenta específica (NIELSEN, 1990).

A variação na temperatura quando diferentes tecidos são utilizados também é evidenciada através da literatura envolvendo exercício e termorregulação. Quando se comparam camisas de tecidos sintéticos (como poliéster) e naturais (como lã e algodão),

percebe-se que ambos tecidos causam níveis de estresse térmico semelhantes entre seus usuários (HA *et al.*, 1999; STAPLETON, HARDCASTLE, KENNY, 2011; HEUS, KISTEMAKER, 1998; KAPLAN, OKUR, 2012) e, em alguns casos, o uso de tecidos sintéticos possui efeito pior no balanço térmico quando comparados a tecidos naturais (TOKURA, 1987; HA, YAMASHITA, TOKURA 1995, KWON *et al.*, 1998, LAING *et al.*, 2008). Uma menor parte dos estudos apontam que tecidos sintéticos promovem redução da temperatura da pele (BRAZAITIS *et al.*, 2010; ROBERT, WALLER, CAIME, 2007).

### **1.8 Proteção ultravioleta em tecidos**

Os raios solares são constituídos de luz visível, radiação infravermelha e radiação ultravioleta, sendo que esta última representa 5% da constituição total dos raios solares incididos na superfície terrestre, e, além disso, tem efeito prejudicial para a pele humana (PALACIN, 1997). A onda ultravioleta pode ser classificada de três formas: UV-A, com comprimento de onda de 315-400 nm; UV-B, com comprimento de onda de 280-315 nm e UV-C com comprimento de onda de 220-280 nm. Os efeitos biológicos na pele surgem a partir da penetração, de forma mais profunda na derme, pela onda UV-A, e pela penetração, menos profunda, da onda UV-B, sendo completamente absorvida pela pele. A onda UV-C é completamente filtrada pela atmosfera e a sua utilização artificial tem propriedades antibacterianas (KUMAR, HADER, 1999, D'ORAZIO *et al.*, 2013, RUTALA, GERGEN, WEBER, 2010).

O efeito da incidência de ondas ultravioletas pode variar de acordo com o tecido. No nylon, por exemplo, ocorre a perda de elasticidade e de resistência de tração (HUNT, 2003). Em outros tecidos como lã, algodão e poliéster a resistência de tração também é reduzida quando em exposição prolongada a essas ondas, embora essa redução seja atenuada (GANTZ, SUMNER, 1957). Já os tecidos considerados mais fortes, como *kevlar* e *zylon* (utilizados por forças policiais/armadas e na confecção de trajes espaciais, respectivamente) perdem sua resistência quando expostos a ondas ultravioletas (GUPTA *et al.*, 2005).

A proteção ultravioleta conferida a roupas, dá-se através da utilização de dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>), que permite a absorção das ondas UV-A e UV-B incididas na região do tecido (ACHWAL, 1997). Por conseguinte, a aplicação de TiO<sub>2</sub> em tecidos, permite que ocorra um resfriamento da superfície das roupas, além de refletir a incidência de

raios ultravioleta (JEEVANANDAM *et al*, 2007; CUI, 2012; MAHLTIG, 2017; WONG *et al*, 2015; SHAMS-NATERI, KAZEMIAN, PIRI, 2019).

Conferindo essa proteção, as vestimentas com tais propriedades são utilizadas em ambientes muito extremos, como, por exemplo, em forças militares, que aplicam não apenas proteção ultravioleta aos seus uniformes, mas também proteção antibacteriana, balística e contra incêndios, oferecendo, dessa forma, o máximo de segurança para a pessoa que a utiliza (SCHMIDT *et al*, 2016). Em ambientes laborais com alta exposição a luz solar e altas temperaturas, o uso dessa tecnologia mostra-se importante para evitar quaisquer eventos relacionados a um aumento da temperatura corporal (JACKSON, ROSENBERG, 2010; ZHAO *et al*, 2017). No entanto, não se sabe o efeito específico da utilização de roupas com proteção ultravioleta durante exercício associado à incidência de radiação solar. Comercialmente, é comum encontrarmos camisas que promovem proteção ultravioleta para pessoas praticantes de corrida, o que pode alterar seu desempenho. A partir do exposto, nota-se a necessidade de pesquisar como as roupas com proteção UV podem influenciar na termorregulação e no desempenho durante o exercício físico



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Analisar o impacto do uso de uma camisa de corrida com proteção ultravioleta nos ajustes termorregulatórios em um protocolo de corrida associado a radiação solar artificial.

### **2.2 Objetivos específicos**

Comparar as respostas de temperatura central e temperatura média da pele, entre uma camisas com proteção ultravioleta e sem proteção ultravioleta durante exercício autorregulado realizado em ambiente quente sob incidência de radiação solar artificial.

Comparar as respostas subjetivas de percepção de esforço, sensação e conforto térmico entre uma camisas com proteção ultravioleta e sem proteção ultravioleta durante exercício autorregulado realizado em ambiente quente sob incidência de radiação solar artificial.

Comparar as respostas de frequência cardíaca entre uma camisas com proteção ultravioleta e sem proteção ultravioleta durante exercício autorregulado realizado em ambiente quente sob incidência de radiação solar artificial.

Comparar as respostas de velocidade, tempo total de exercício e trabalho total entre uma camisas com proteção ultravioleta e sem proteção ultravioleta durante exercício autorregulado realizado em ambiente quente sob incidência de radiação solar artificial.

Comparar perda de massa e sudorese entre uma camisas com proteção ultravioleta e sem proteção ultravioleta durante exercício autorregulado realizado em ambiente quente sob incidência de radiação solar artificial.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.2. Amostra**

A amostra foi composta por 9 homens saudáveis, com idades entre 18 a 36 anos, praticantes regulares de corrida, capazes de realizar uma sessão de treino com volume de 10 km.

#### **3.3. Procedimentos Éticos**

O presente trabalho foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética de Estudos com Humanos da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil, sendo aprovado com o número do protocolo CAAE: 20080619.0.0000.5153. Os voluntários assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido -TCLE (anexo 1) de acordo com a Resolução CNS 466/2012.

#### **3.4. Critérios de inclusão**

- Homens saudáveis e fisicamente ativos, considerando o Physical Activity Readiness Questionnaire – PAR-Q (anexo 2) e o International Physical Activity Questionnaire IPAQ (anexo 3);
- Idade entre 18 e 40 anos;
- Treinamento regular de corrida durante a semana, capazes de realizar um treino contínuo de 10 quilômetros.

#### **3.5. Critérios de exclusão**

- Deficiência de qualquer natureza;
- Fumantes;
- Homens com complicações cardiovasculares ou pulmonares diagnosticadas;
- Homens com sobrepeso/obesidade;
- Homens diabéticos: glicemia em jejum acima de 126 mg/dl (Sociedade Brasileira de Diabetes, 2017 – 2018);
- Homens com histórico de injúrias térmicas;
- Homens calvos.

#### **3.6. Local**

Os experimentos foram realizados no Departamento de Educação Física no Campus da Universidade Federal de Viçosa - Minas Gerais, e conduzidas no Laboratório de Performance Humana (LAPEH). Todas as coletas foram realizadas entre o período da primavera ao verão (2019-2020).

### 3.7. Desenho experimental

Os voluntários realizaram quatro visitas ao laboratório (Figura 1).

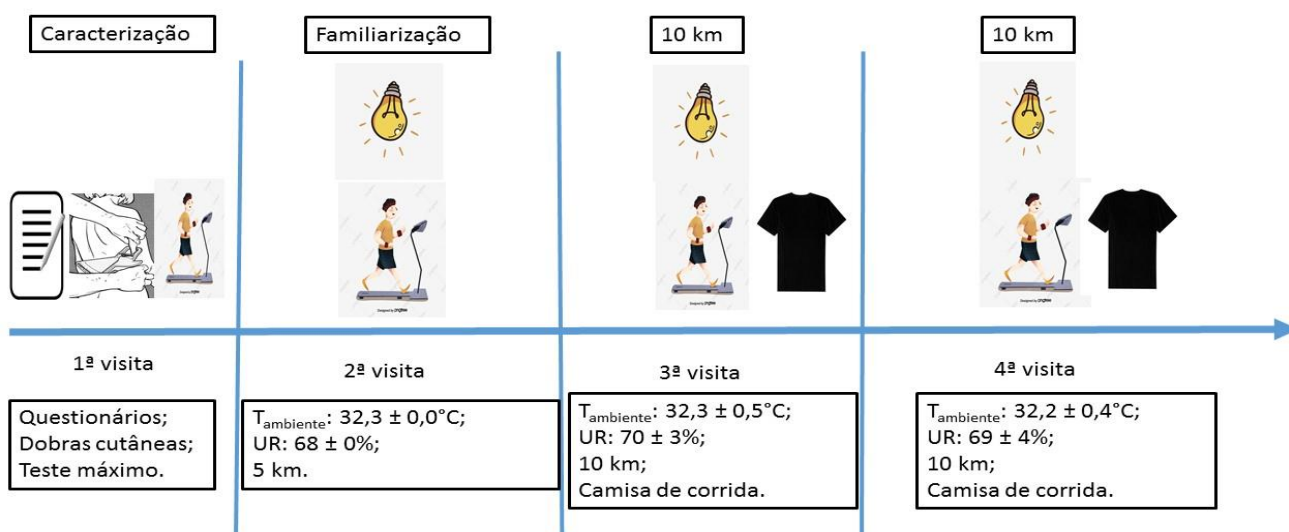


Figura 1 Desenho experimental do estudo.  $T_{\text{ambiente}}$ : temperatura ambiental média da sala experimental. UR: umidade relativa do ar no interior da sala experimental. Lâmpada mista de 500 Watts colocada a  $90^{\circ}$  com relação ao voluntário, com altura de 2,25m

#### 1ª visita

- Esclarecimento de possíveis questionamentos e apresentação do estudo aos voluntários;
- Para aqueles que concordaram em participar, foi colhida a assinatura do TCLE;
- Foi feita a aplicação do IPAQ, do PAR-Q, e de uma anamnese (Anexo 4) relativa a histórico de doenças, hábitos diários, prática regular de exercícios, etc.;
- Foram realizadas medidas antropométricas de massa corporal, estatura e dobras cutâneas (JACKSON, POLLOCK, 1978);

e) Foi realizado um protocolo de exercício progressivo para determinação do  $VO_{2max}$  da amostra estudada.

### **2ª visita**

Após a primeira visita, os voluntários retornaram ao laboratório para realizar uma familiarização relativa ao protocolo de exercício autorregulado associado a radiação solar. Além disso, foi feita a familiarização da amostra com as escalas que foram utilizadas durante o estudo, sendo elas escalas de Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) e escalas de Sensação Térmica (ST) e Conforto Térmico (CT). Por fim, os voluntários receberam orientações prévias a respeito da alimentação nas visitas posteriores: Fazer abstenção de álcool, alimentos termogênicos e cafeína nos dias anteriores as próximas visitas. Os voluntários foram instruídos a monitorar a cor da urina no dia anterior a coleta de dados para assegurar o estado de hidratação.

### **3ª visita**

48 horas após a segunda visita os avaliados foram submetidos a uma sessão de exercício autorregulado com distância de 10 km em ambiente quente juntamente com a utilização de lâmpadas para simular radiação solar artificial. Nessa visita, o indivíduo recebia, de forma aleatória e velada, uma camisa para realização do protocolo (com proteção UV ou sem proteção UV).

### **4ª visita**

48 horas após a terceira visita os avaliados foram submetidos a uma sessão de exercício autorregulado com distância de 10 km em ambiente quente juntamente com a utilização de lâmpadas para simular radiação solar artificial. Nessa visita, o indivíduo recebia uma camisa distinta da que havia sido escolhida pelo pesquisador na 3ª sessão.

## **Procedimentos**

Para as 3ª e 4ª visitas, foi solicitado aos voluntários que se abstivessem de álcool, cafeína, termogênicos e não realizassem exercício físico no dia anterior. Os voluntários eram instruídos a monitorar a urina do dia anterior, procurando manter a mesma o mais claro possível, de forma a evitar um processo de desidratação pré-coleta (WEBB, SALANDY, BECKFORD, 2016). Os voluntários chegaram às 7h da manhã e forneceram a amostra da urina, recolhida no próprio laboratório e em recipiente adequado para verificar a Gravidade Específica da Urina (GEU). Em seguida, os

voluntários se pesaram vestindo somente a cueca e, separadamente, feita a pesagem do short e da camisa, sendo os valores apresentados informados ao pesquisador.

Em seguida, os voluntários iam para a sala experimental. Foram colocados e verificados os instrumentos para verificação da Temperatura da pele ( $T_{pele}$ ), da Frequência Cardíaca (FC) e da Temperatura Gastrointestinal ( $T_{gastrointestinal}$ ). Os voluntários permaneceram em repouso por 30min, até a fixação dos materiais e verificação dos equipamentos. Após o repouso, os voluntários foram autorizados a darem início ao protocolo de exercício de 10km de forma autorregulada, semelhante ao proposto por Stannard *et al* (2011) e Davis *et al* (2014)

Para o protocolo de exercício, foram coletados a cada 100 metros os valores de  $T_{pele}$ ,  $T_{gastrointestinal}$ , FC e velocidades. A cada quilômetro, eram coletados os valores relativos a PSE, CT, ST. Cessado o exercício, os equipamentos foram retirados, e os voluntários realizaram uma nova pesagem. Esta pesagem foi feita após os voluntários serem secados e retirado o excesso de suor do corpo com uma toalha, vestindo somente a cueca, sem meias e sem tênis, de forma que os shorts e a camisa também foram pesados ao final da coleta. Após o fim da pesagem e verificado o estado do voluntário, este foi liberado e a coleta finalizada

### **3.8. Teste máximo**

O teste consistiu em um protocolo progressivo de esteira ergométrica (ECAFIX®). A velocidade inicial foi de 2,7 km/h e a inclinação de 10%, ocorrendo um aumento progressivo da inclinação e da velocidade a cada 3 minutos. O teste era encerrado a partir da desistência do voluntário, e o tempo era coletado, com objetivo de estimar o consumo máximo de oxigênio do indivíduo (BRUCE, 1974).

### **3.9. Protocolo de exercício**

Foi realizado um protocolo de corrida autorregulada (Figura 2) em esteira ergométrica (EMBRAEX®, São Paulo), com distância estabelecida de 10 quilômetros. Os voluntários eram instruídos a terminar o protocolo no menor tempo possível, e além disso, não tinham acesso ao tempo nem a velocidade que estavam percorrendo, sendo que, o acesso ao controlador de velocidade era livre, com objetivo de demonstrar uma variação do rendimento, causada pelo comportamento termorregulatório em função do

ambiente, além de evitar o viés competitivo relativo a performance individual (CORBET *et al.*,2018)

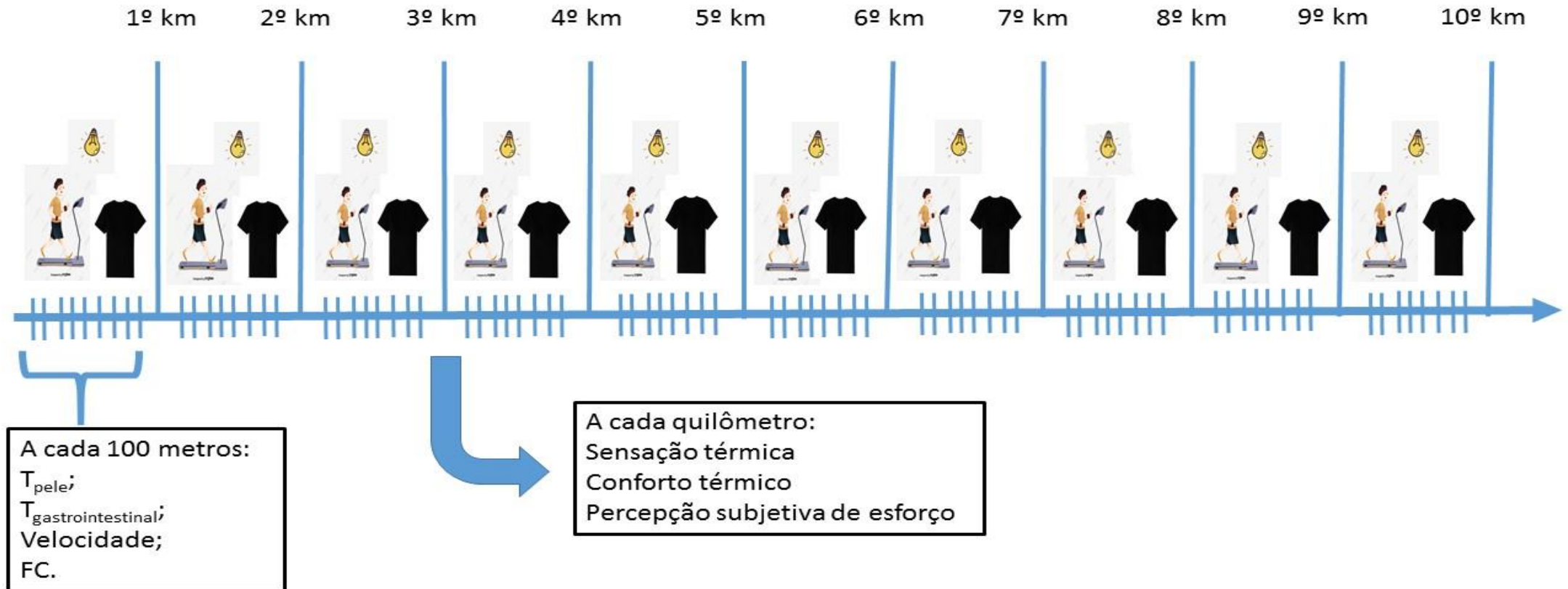


Figura 2. Esquema representativo da coleta de dados

### **3.9. Camisas utilizadas**

Foram utilizadas duas camisas. A camisa com proteção UV era composta 100% de poliamida, com FPS 50 e da cor preta (Lupo®). A camisa sem proteção UV era composta 100% de poliamida, com FPS 0 e da cor preta (Fila®). O clo estimado de ambas era de 0.18 (MCCULLOUGH, JONES, HUCK, 1985)

### **3.10. Variáveis medidas**

#### **Gravidade Específica da Urina -GEU (g/ml)**

Para verificar o estado de hidratação antes da sessão, após a chegada do voluntário ao laboratório, foi coletada uma amostra de urina em recipiente adequado para verificação da GEU na qual o próprio voluntário recolhia no banheiro do laboratório. A GEU foi analisada por meio de um refratômetro analógico (InstruthermVantage 6250). O valor de corte máximo utilizado foi de 1025 (NAKAMAE *et al*, 1980).

#### **Temperatura ambiental - T<sub>ambiental</sub> (°C)**

A T<sub>ambiental</sub> foi controlada em aproximadamente 32°C continuamente por meio de um ar condicionado (Komeco®, Split Hi-Wall) e registrada por um medidor de estresse térmico (AKSO® AK887). A Umidade Relativa (70%) e a velocidade do vento (km/h) foram medidas por meio de um anemômetro digital (Instrutherm®, AD-250). Para simulação de radiação solar artificial, foi colocada uma lâmpada mista de 500 Watts (Ideal ®) a 90° de inclinação dos voluntários, colocada a 2,25 metros do chão.

#### **Antropometria**

A massa corporal (kg) foi aferida por meio de uma balança (Filizola Mecânica 150 kg). Para medida da estatura (m) foi utilizado um estadiômetro profissional (Sanny ES2020). As dobras cutâneas (mm) foram mensuradas com um plicômetro científico tradicional (Cescorf®), de acordo com o protocolo de 7 dobras (tríceps, subescapular, peitoral, subaxilar, supra ilíaca, abdominal e coxa) (JACKSON; POLLOCK, 1978).



### **Temperatura gastrointestinal - $T_{\text{gastrointestinal}}$ (°C)**

A  $T_{\text{gastrointestinal}}$  foi medida a cada cem metros e utilizada como índice da  $T_{\text{interna}}$ . Para tal, foi entregue a cada voluntário uma cápsula telemétrica (HT150002 CorTemp® Pill) e ingerida uma hora antes da chegada ao laboratório. A  $T_{\text{gastrointestinal}}$  foi medida por um aparelho de telemetria pareado com a cápsula através de número de identificação e lote (HT 130042 CorTemp® DATA Recorder 262K wiHR)

### **Temperatura da pele - $T_{\text{pele}}$ (°C)**

A  $T_{\text{pele}}$  foi medida a cada cem metros utilizando sensores de temperatura aderidos em quatro pontos do lado direito do corpo fixados com fita adesiva, sendo peito ( $T_{\text{peito}}$ ), tríceps ( $T_{\text{tri}}$ ), quadríceps ( $T_{\text{qua}}$ ) e panturrilha ( $T_{\text{pant}}$ ) (RAMANATHAN, 1964) e acopladas a um termômetro digital portátil (K, S-09K Instrutherm®).

### **Percepção Subjetiva de Esforço - PSE (Anexo 5)**

A cada quilômetro, o voluntário indicava verbalmente um valor numérico numa escala gradativa, com valores de 6 a 20, na qual 6 representa “muito fácil” e 20 “exausto” (BORG, 1982).

### **Conforto Térmico - CT (Anexo 6)**

A cada quilômetro, o voluntário indicava verbalmente sua percepção de conforto de acordo com o respectivo número, que variava de 1 a 4, sendo 1 “muito confortável” e 4 “muito desconfortável” (GAGGE; STOLWIJK; HARDY, 1967).

### **Sensação Térmica - ST (Anexo 6)**

A cada quilômetro, o voluntário indicava verbalmente o número que melhor representasse a sua sensação térmica, a escala apresentava valores de -3 a 3, sendo -3 “muito frio” e 3 “muito quente” (GAGGE; STOLWIJK; HARDY, 1967).

### **Frequência Cardíaca - FC (bpm)**

A cada cem metros, a FC foi mensurada por meio de um relógio colocado no pulso do voluntário (Xiaomi® Amazing Fit Pace).

### 3.10 Variáveis calculadas

#### Capacidade respiratória máxima - $VO_{2max}$ (ml/Kg/min)

O consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ) foi estimada de acordo com o cálculo proposto pelo teste incremental máximo utilizado pela fórmula (BRUCE, 1974):

$$VO_{2MAX} = (3,778 \cdot t) + 0,19$$

Onde: t = tempo (min).

#### Percentual de Gordura - %G

Os cálculos foram realizados pelas seguintes fórmulas (JACKSON; POLLOCK, 1978):

$$G(\%) = \left[ \left( \frac{4,95}{DC} \right) - 4,50 \right] \cdot 100$$

Onde: DC = densidade corporal (g/ml); ST = soma de todas as dobras cutâneas (mm); G (%) = percentual de gordura.

#### Área de superfície corporal - ASC (m<sup>2</sup>)

A ASC foi calculada através do peso e estatura do voluntário, pela fórmula (DU BOIS; DU BOIS, 1916):

$$ASC = 0,007184 \cdot A^{0,425} \cdot B^{0,725}$$

Onde ASC = área de superfície corporal (m<sup>2</sup>); A = peso (kg); B = estatura (cm)

#### Temperatura da pele - $T_{pele}$ (°C)

A  $T_{pele}$  média foi calculada de acordo com a seguinte equação (RAMANATHAN, 1964):

$$0,2(\text{peito}) + 0,2(\text{tríceps}) + 0,3(\text{coxa}) + 0,3(\text{panturrilha})$$

**Acúmulo de calor - AC (W.m<sup>2</sup>)**

O AC foi calculado utilizando a seguinte fórmula. (ADAMS *et al.*, 1992):

$$AC = (0,965 \cdot M \cdot \Delta t) / ASC$$

Onde: M = massa corporal (Kg);  $\Delta t$  = variação da temperatura central (°C); ASC = área de superfície corporal (m<sup>2</sup>).

**Taxa de acúmulo de calor - TAC (W.m<sup>2</sup>.min<sup>-1</sup>)**

A TAC foi calculada utilizando a fórmula do acúmulo de calor dividido pelo tempo de exercício a cada 500 metros (ADAMS *et al.*, 1992):

$$TAC = \frac{[(0,965 \cdot M \cdot \Delta t)]}{ASC} / T$$

Onde: M = massa corporal (Kg);  $\Delta t$  = variação da temperatura central (°C); ASC = área de superfície corporal (m<sup>2</sup>), T = Tempo (min)

**Área de superfície da camisa – ASCCUV/ASCSUV (m<sup>2</sup>)**

A área de superfície das camisas com e sem proteção ultravioleta foi calculada a partir da seguinte fórmula (KAKITSUBA *et al.*, 1987):

$$Scli = 2 \cdot 3,14 \cdot Rs \cdot Cs$$

Onde: Scli = área de superfície da roupa (m<sup>2</sup>); Rs = raio do segmento (cm); e Ci = comprimento do segmento (cm).

**Velocidade (Km/h) e trabalho total (W)**

A cada cem metros, a velocidade (Km/h) exposta no visor da esteira foi registrada pelo pesquisador. O trabalho total foi calculado posteriormente pelo pesquisador através da fórmula (PORSZASZ, CASABURI, WHIP, 2009):

$$\text{Trabalho} = M \cdot V \cdot \text{sen } \alpha \cdot g$$

Onde: M = massa corporal; V = velocidade;  $\text{sen } \alpha$  = seno da inclinação da esteira; g = aceleração da gravidade (9,8m/s).

### ***Hazard Score***

O *Hazard Score* foi calculado a partir da seguinte fórmula (DE KONING *et al*, 2011):

$$\text{Hazard Score} = \text{PSE} \cdot \text{Fração restante da distância total de exercício (\%)}$$

Onde: PSE = Percepção Subjetiva de Esforço

### **3.11 Análise estatística**

Foi realizado o teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade. Para as variáveis de  $T_{\text{gastrointestinal}}$ ,  $T_{\text{pele}}$ , velocidade, FC,  $T_{\text{ambiente}}$ , UR, ST, CT, PSE foi realizada a Análise de Variância a 2 fatores (camisa x distância), com Post-Hoc de Bonferroni. Foi feito o teste t pareado para medir as diferenças entre as médias das variáveis massa corporal e peso da roupa nos diferentes momentos de exercício. Foi feito teste t para analisar as diferenças entre Área de Superfície coberta pela roupa, Tempo Total de Exercício, hidratação, trabalho, taxa de acúmulo de calor e acúmulo de calor. O tamanho do efeito foi calculado e classificado como baixo ( $0,20 > d \leq 0,49$ ), médio ( $0,50 > d \leq 0,79$ ) ou grande ( $d \geq 0,80$ ) para as variáveis com diferenças entre os grupos. As variáveis foram analisadas pelo Software SigmaPlot, versão 11.0, sendo o nível de significância adotado foi de  $\alpha = 5\%$ . Os dados são apresentados como média  $\pm$  DPM.

## **2. 4. RESULTADOS**

### **4.1 Tabela de caracterização da amostra**

Os dados relativos à caracterização da amostra estão apresentados na tabela 1.

**Tabela 1** Caracterização da amostra

---

**Caracterização da amostra**

---

<b>Amostra (n=9)</b>	
Gordura corporal (%)	12,0 ± 4,0
Estatura (m)	1,78 ± 0,0
ASC (m <sup>2</sup> )	1,88 ± 0,0
ASSUV (m <sup>2</sup> )	0,95 ± 0,1
ASCUV (m <sup>2</sup> )	0,92 ± 0,0
FCrep (bpm)	60,0 ± 8,1
Idade (anos)	28,0 ± 6,8
PAS (mmHg)	110,0 ± 10,0
PAD (mmHg)	80 ± 9,2
Peso (kg)	72,8 ± 6,2
VO <sub>2max</sub> (ml/Kg/min)	57,7 ± 4,4
GEU SUV (g/ml)	1007,5 ± 7,3
GEU CUV (g/ml)	1005,3 ± 3,7
NAF (muito ativo/ativo/pouco ativo) <sup>a</sup>	(9/0/0)

<sup>a</sup> Estratificado de acordo com Craig *et al* (2003)

ASC = Área de Superfície Corporal; ASCUV = Área de Superfície Com Ultravioleta; ASSUV = Área de Superfície Sem Ultravioleta; FCrep = Frequência Cardíaca de repouso; PAD = Pressão Arterial Diastólica; PAS = Pressão Arterial Sistólica; VO<sub>2max</sub> = Consumo máximo de oxigênio; GEU = Gravidade Específica da Urina; NAF = Nível de Atividade Física. Média ± DPM.

#### 4.2 T<sub>gastrointestinal</sub> e T<sub>pele</sub>

A Figura 3A apresenta os ajustes da T<sub>pele</sub> durante exercício autorregulado de 10 km em ambiente quente associado à radiação solar artificial em ambos os grupos. Ao longo de 10 km, a T<sub>pele</sub> aumentou nos grupos SUV (SUV0,0km: 33,81±0,58°C vs. SUV0,7km: 34,39±0,46°C; p<0,05) e CUV (CUV0km: 33,92±0,98 vs. CUV0,7km:

34,49±1,10°C;  $p<0,05$ ) a partir de 0,7 km (Fig.3A). Não foram observadas diferenças entre os grupos ao longo exercício autorregulado ( $p>0,05$ ).

A figura 3B apresenta os ajustes da  $T_{\text{gastrointestinal}}$  durante o exercício autorregulado de 10 km em ambiente quente e com radiação solar artificial em ambos os grupos. Ao longo de 10 km, a  $T_{\text{gastrointestinal}}$  aumentou nos grupos SUV (SUV0km: 37,13±0,79°C vs. SUV0,7km: 37,94±0,54°C;  $p<0,05$ ) e CUV (CUV0km: 36,98±0,42 vs. CUV0,7km: 38,08±0,46°C;  $p<0,05$ ) a partir de 0,7 km (Fig.3B). Não foram observadas diferenças entre os grupos ao longo exercício autorregulado ( $p>0,05$ ).

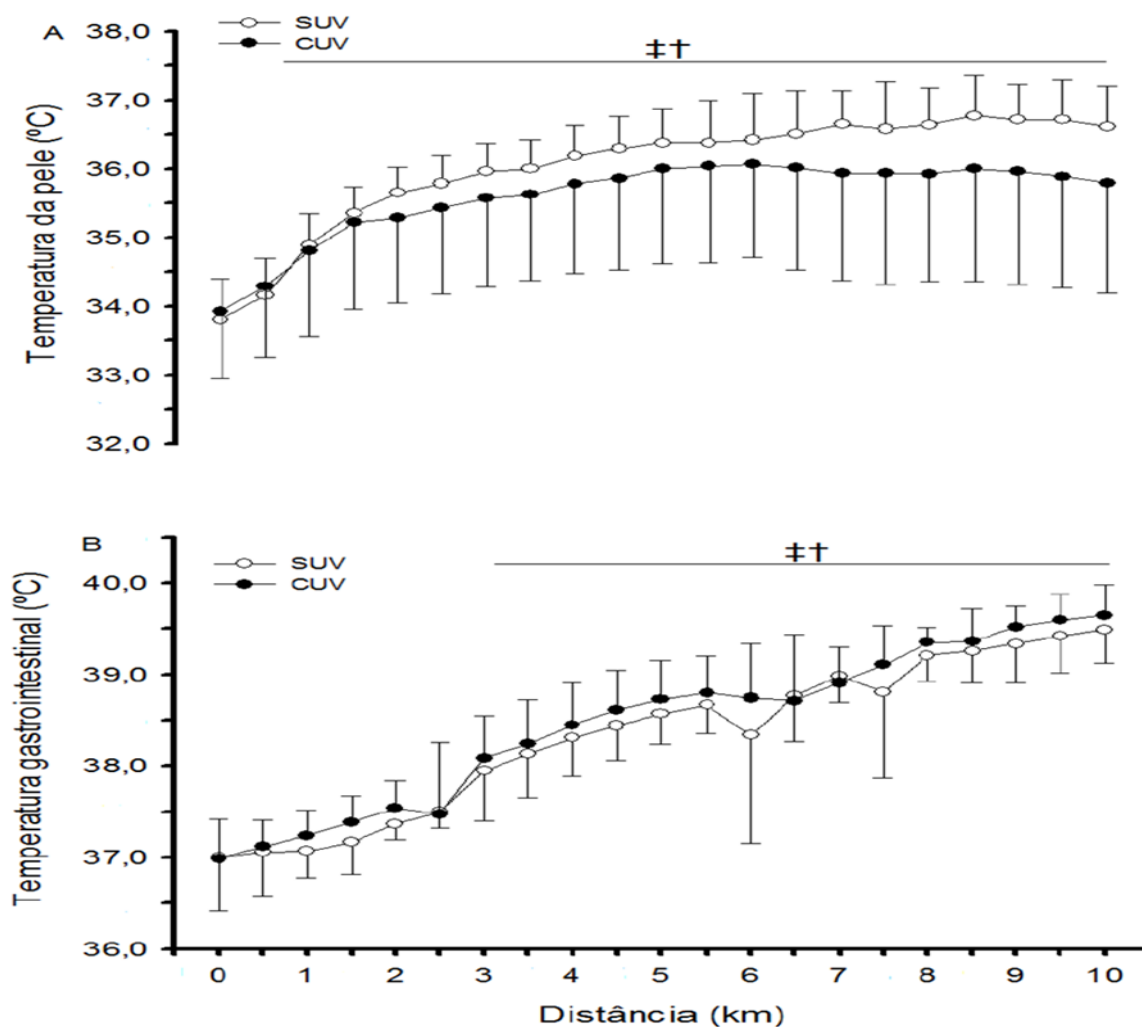


Figura 3: Ajustes das temperaturas gastrointestinais (A;  $T_{\text{gastrointestinal}}$ ) e da pele (B;  $T_{\text{pele}}$ ) durante o exercício autorregulado. SUV = Sem camisa UV; CUV = Com camisa UV; ‡ = diferença significativa do grupo CUV com relação à distância. † = diferença significativa do grupo SUV com relação à distância. Média ± DPM

### 4.3 T<sub>ambiental</sub> e UR

A Figura 4A apresenta os ajustes da T<sub>ambiental</sub> durante o exercício autorregulado de 10 km em ambiente quente e com radiação solar artificial em ambos os grupos. Quando comparados, os grupos não apresentaram diferenças entre SUV e CUV (SUV:  $31,8 \pm 0,9^{\circ}\text{C}$  vs. CUV:  $32,2 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$ ;  $p>0,05$ ). Ao longo da distância, não foram observadas diferenças no momento inicial e final durante exercício autorregulado de 10 km em ambiente quente e com radiação solar artificial (SUV 0,0km:  $31,8 \pm 0,9^{\circ}\text{C}$  vs. SUV 10,0km:  $32,1 \pm 0,6^{\circ}\text{C}$ ;  $p>0,05$ ; CUV 0,0km:  $32,2 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$  vs. CUV 10,0km:  $32,2 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$ ;  $p>0,05$ ).

A Figura 4B apresenta os ajustes da UR durante o exercício autorregulado de 10 km em ambiente quente e com radiação solar artificial em ambos os grupos. Não foram observadas diferenças entre os grupos (SUV:  $58,0 \pm 4,5\%$  vs. CUV:  $56,2 \pm 3,5\%$ ;  $p>0,05$ ). Ao longo da distância, o grupo CUV apresentou diferença com relação ao momento inicial a partir da distância 1,5 km (CUV 0,0km:  $58,0 \pm 4,5\%$  vs. CUV 1,5km:  $61,6 \pm 5,0$   $p<0,05$ ), enquanto o grupo SUV apresentou diferença com relação ao momento inicial a partir da distância 1,8 km (SUV 0,0km:  $56,2 \pm 3,5\%$  vs. SUV 1,8km:  $61,7 \pm 3,4$ ;  $p<0,05$ ).

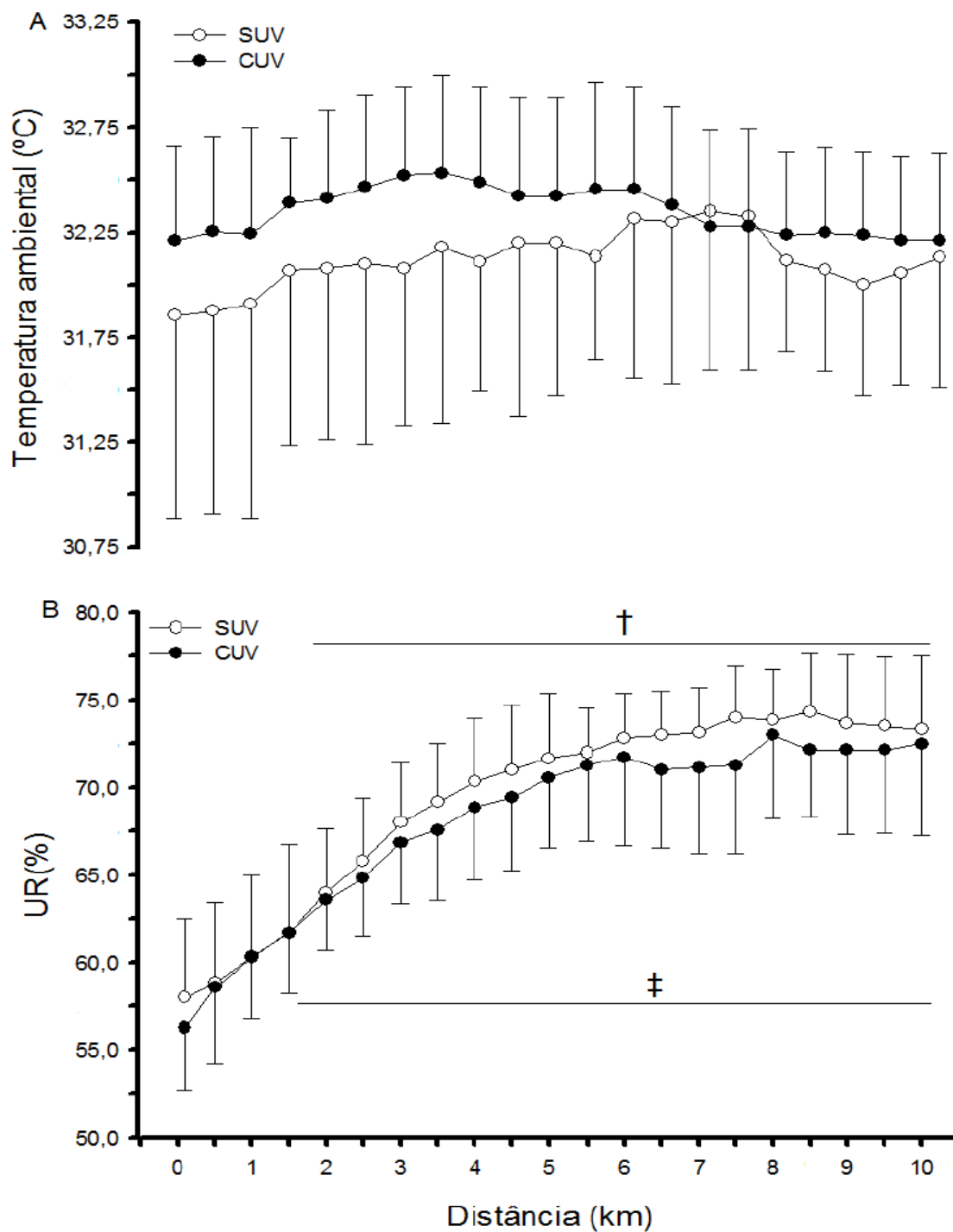


Figura 4: Ajustes da temperatura ambiental da sala (A;  $T_{ambiente}$ ) e da umidade relativa (B; UR) durante o exercício autorregulado. SUV = Sem camisa UV; CUV = Com camisa UV; ‡ = diferença significativa do grupo CUV com relação à distância † = diferença significativa do grupo SUV com relação à distância. Média  $\pm$  DPM



#### 4.4. Acúmulo de Calor - AC

A figura 5 apresenta a resposta de AC durante exercício autorregulado de 10 km em ambiente quente associado à radiação solar artificial em ambos os grupos. Não houve diferença significativa entre o acúmulo de calor entre os grupos ( $p>0,05$ ). Com relação à distância, o grupo SUV apresentou uma diferença significativa comparada ao momento inicial de exercício a partir da distância 3,0 km (SUV 0,0km:  $11,26 \pm 25,17$  W/m<sup>2</sup> vs. SUV 3,0km:  $47,20 \pm 19,184$ W/m<sup>2</sup>;  $p<0,05$ ), enquanto o grupo CUV apresentou uma diferença significativa comparada ao momento inicial a partir da distância 2,5 km (CUV 0,0 km:  $6,92 \pm 5,61$  W/m<sup>2</sup> vs. CUV 2,5km:  $31,60 \pm 7,24$ W/m<sup>2</sup>;  $p<0,05$ ).

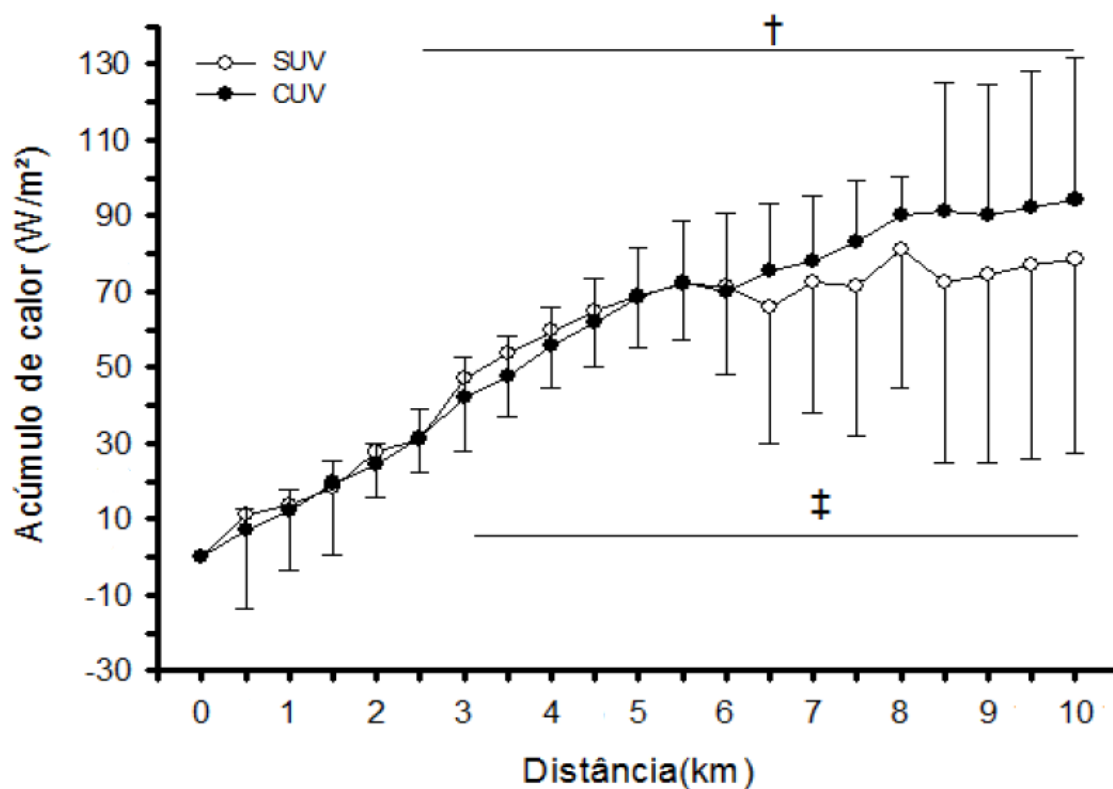


Figura 5: Respostas do Acúmulo de calor durante o exercício autorregulado. SUV = Sem camisa UV; CUV = Com camisa UV; ‡ = diferença significativa com relação à distância para o grupo SUV; † = diferença significativa com relação à distância para o grupo CUV

#### 4.5. Taxa de Acúmulo de Calor - TAC

A figura 6 apresenta a TAC dos dois grupos de estudo durante exercício autorregulado de 10 km em ambiente quente associado à radiação solar artificial em ambos os grupos. Não foram observadas diferenças significativas entre a Taxa de Acúmulo de calor entre os grupos ( $p > 0,05$ ). Com relação à distância, ambos os grupos apresentaram diferenças significativas com o início do exercício a partir da distância 0,5 km (SUV 0,0km:  $0,0 \pm 0,0$  W/m<sup>2</sup>/500 metros vs. SUV 0,5km:  $2792,1 \pm 129,4$  W/m<sup>2</sup>/500 metros;  $p < 0,05$ ; CUV 0,0km:  $0,0 \pm 0,0$  W/m<sup>2</sup>/500 metros vs. CUV 0,5km:  $2817,4 \pm 108,5$  W/m<sup>2</sup>/500 metros;  $p < 0,05$ ).

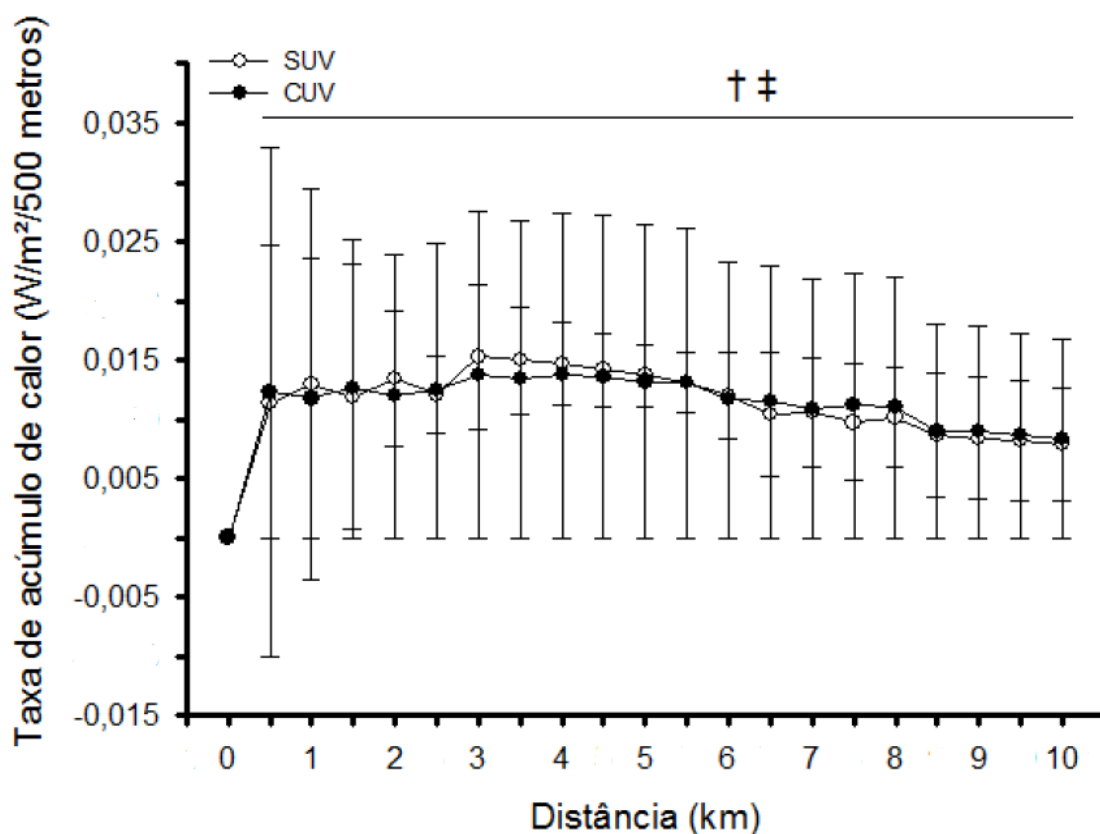


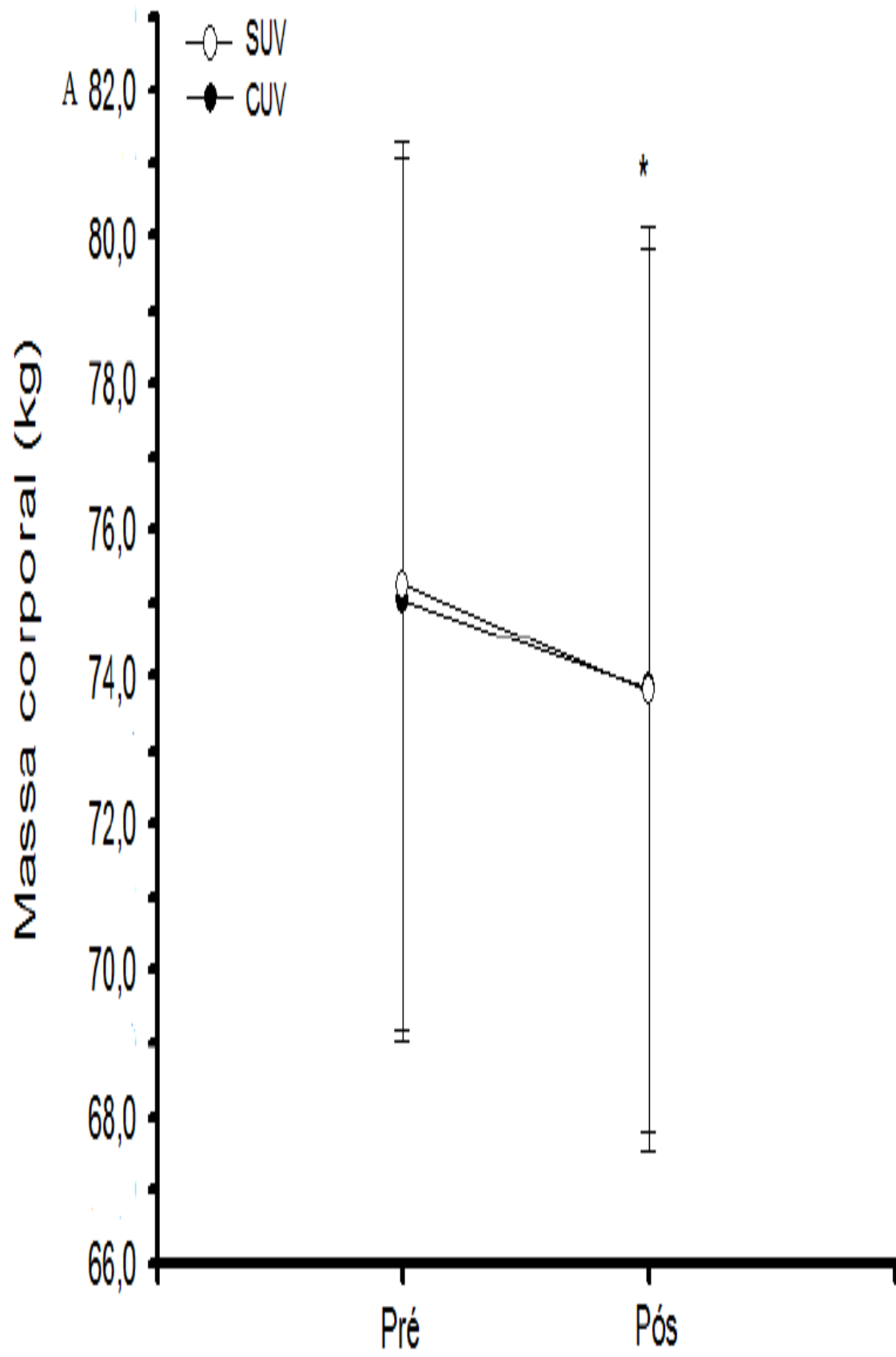
Figura 6: Respostas da Taxa de Acúmulo de Calor (TAC) durante o exercício autorregulado. SUV = Sem camisa UV; CUV = Com camisa UV; ‡ = diferença significativa com relação à distância para o grupo SUV; † = diferença significativa com relação à distância para o grupo CUV. Média  $\pm$  DPM. A partir de 8 km  $n = 7$  (SUV) e  $n = 8$  (CUV)

#### 4.6 Massa corporal e peso da roupa

A Figura 7A apresenta a variação da massa corporal durante exercício autorregulado de 10 km em ambiente quente associado à radiação solar artificial em ambos os grupos. Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos

durante o exercício ( $p > 0,05$ ). Com relação aos momentos pré e pós-exercício, ambos os grupos apresentaram diferença significativa nos dois momentos (SUV pré:  $78,06 \pm 6,01 \text{kg}$  vs. SUV pós:  $73,83 \pm 6,30 \text{kg}$ ;  $p < 0,05$ ; CUV pré:  $75,26 \pm 6,06 \text{kg}$  vs. CUV pós:  $73,80 \pm 6,01 \text{kg}$ ;  $p < 0,05$ ).

A Figura 7B apresenta a variação do peso da roupa durante exercício autorregulado de 10 km em ambiente quente associado à radiação solar artificial em ambos os grupos. Não foram observadas diferenças relevantes entre os grupos durante o exercício ( $p > 0,05$ ). Com relação aos momentos pré e pós-exercício, ambos os grupos apresentaram diferença significativa comparada aos momentos pré e pós-exercício (SUV pré:  $0,26 \pm 0,04 \text{kg}$  vs. SUV pós:  $0,57 \pm 0,12 \text{kg}$ ;  $p < 0,05$ ; CUV pré:  $0,26 \pm 0,04 \text{kg}$  vs. CUV pós:  $0,57 \pm 0,12 \text{kg}$ ;  $p < 0,05$ ).



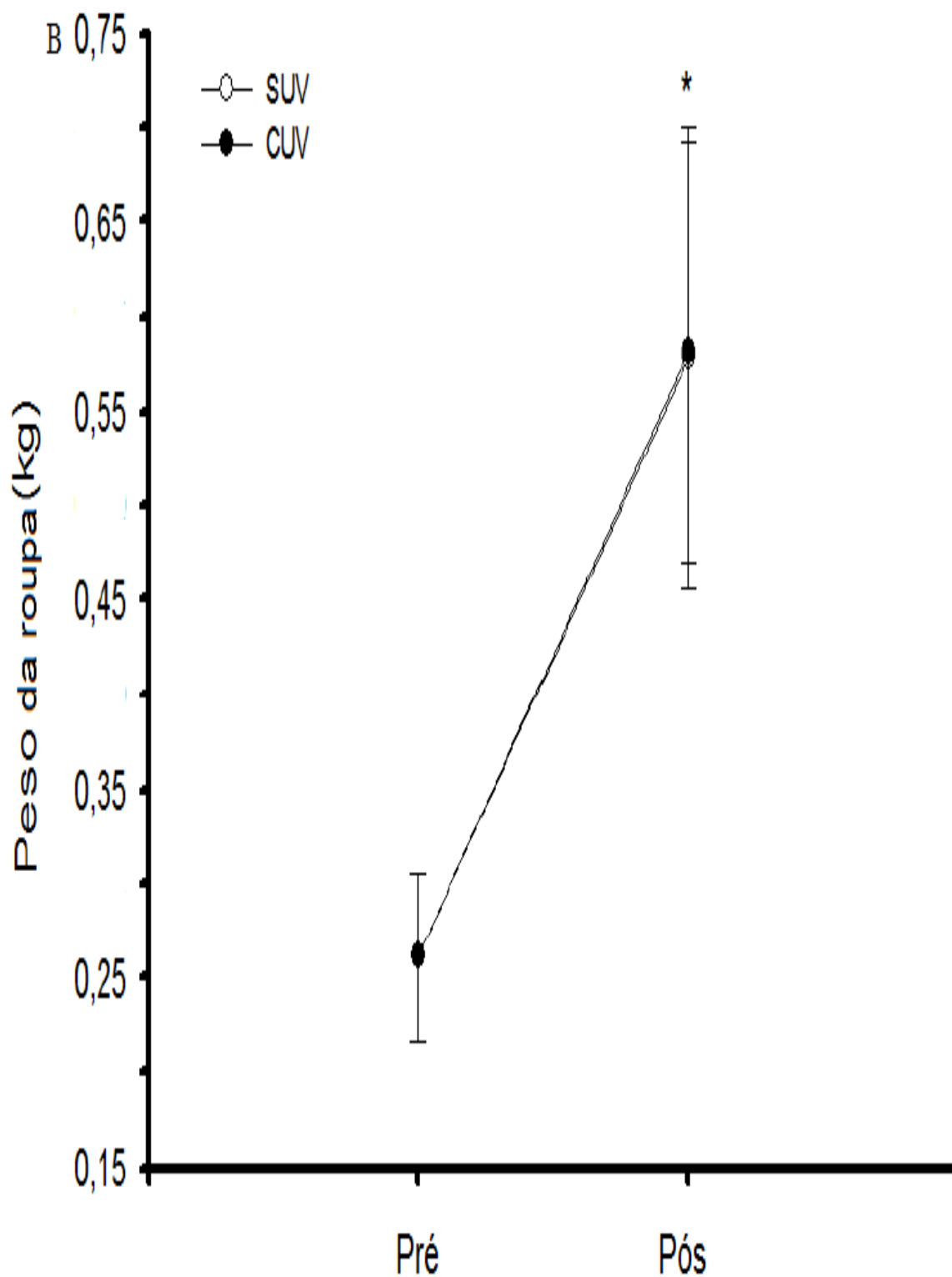


Figura 7: Variação da massa corporal (A; Massa corporal) e do peso da roupa (B; peso da roupa) durante o exercício autorregulado. SUV = Sem camisa UV; CUV = Com camisa UV. \* diferença significativa entre os momentos pré e pós-exercício.

#### 4.7. Taxa de sudorese corporal

A Figura 8 apresenta as respostas da taxa de sudorese corporal durante exercício autorregulado de 10 km em ambiente quente associado à radiação solar artificial em ambos os grupos. Não foram observadas diferenças entre os grupos (SUV:  $1,5 \pm 0,3$  L/h vs. CUV:  $1,9 \pm 0,4$  L/h;  $p > 0,05$ ).

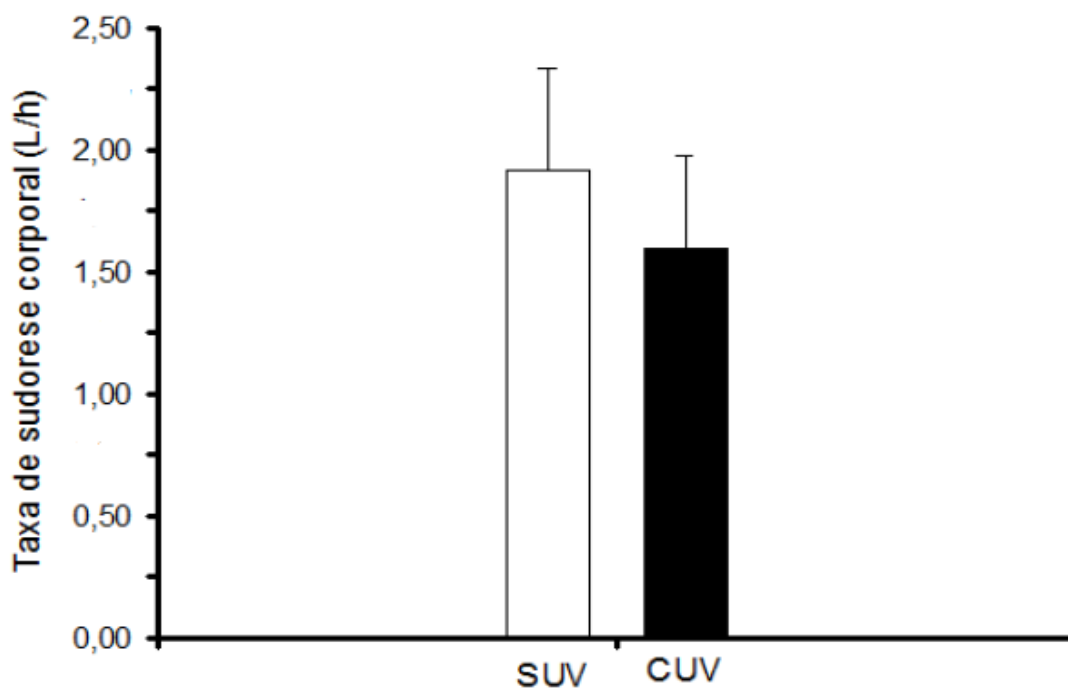


Figura 8: Ajustes da sudorese entre os grupos durante o exercício autorregulado. SUV = Sem camisa UV; CUV = Com camisa UV.

#### 4.8. Sensação Térmica - ST

A Figura 8 apresenta as respostas da Sensação Térmica durante exercício autorregulado de 10 km em ambiente quente associado à radiação solar artificial em ambos os grupos. Não foram observadas diferença significativa nas respostas de Sensação Térmica entre os grupos durante exercício autorregulado ( $p > 0,05$ ). Ao longo de 10 km, o grupo SUV apresentou diferença significativa comparada ao momento inicial de exercício a partir da distância 3,0km (SUV 1,0km  $1,3 \pm 0,7$  vs. SUV 3,0km  $2,2 \pm 0,4$ ;  $p < 0,05$ ), enquanto o grupo CUV apresentou uma diferença significativa

comparada ao momento inicial a partir da distância 4,0km (CUV 1,0km  $1,2 \pm 0,4$  vs. CUV 4,0km  $2,2 \pm 0,4$ ;  $p < 0,05$ ).

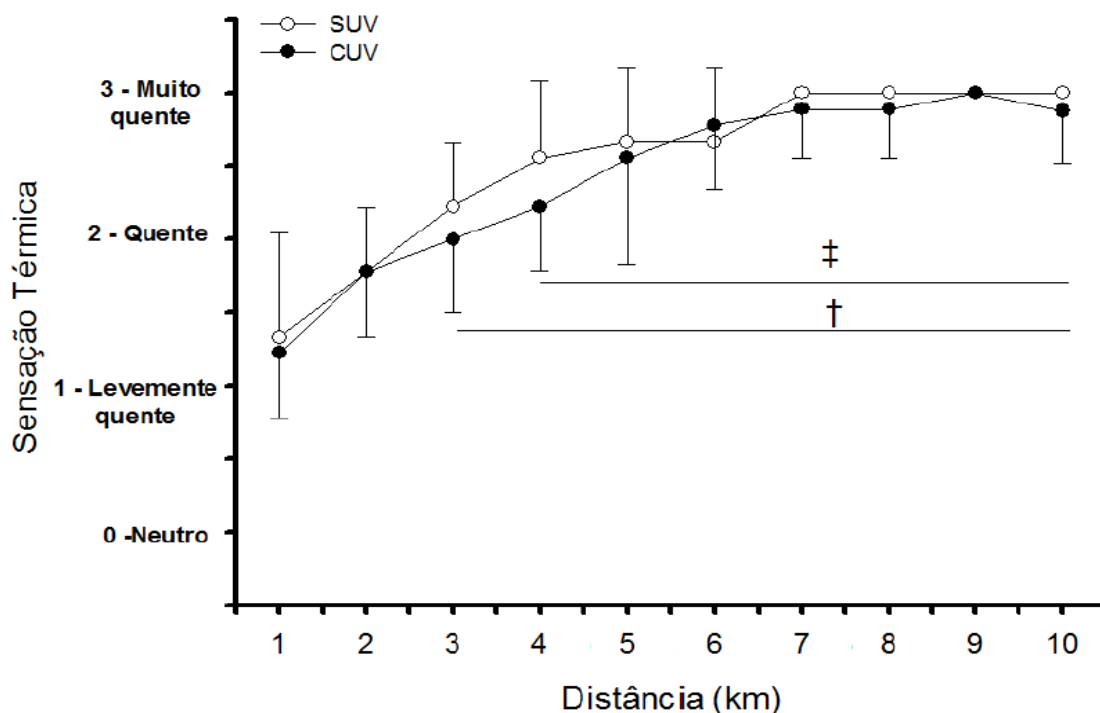


Figura 8 Sensação Térmica durante exercício autorregulado SUV = Sem camisa UV; CUV = Com camisa UV; ‡ = diferença significativa com relação à distância para o grupo SUV; † = diferença significativa com relação a distância para o grupo CUV. Média ± DPM. A partir de 6 km  $n = 8$  (SUV). A partir de 8 km  $n = 7$  (SUV) e  $n = 8$  (CUV)

#### 4.9. Conforto térmico - CT

A Figura 9 apresenta as respostas de Conforto Térmico durante o exercício autorregulado de 10 km em ambiente quente associado à radiação solar artificial em ambos os grupos. Não houve diferença significativa nas respostas de CT entre os grupos durante protocolo de exercício ( $p > 0,05$ ). Com relação à distância, o grupo SUV apresentou uma diferença significativa comparada ao momento inicial do exercício a partir da distância 4,0 km (SUV 1,0km  $1,7 \pm 0,6$  vs. SUV 4,0km  $2,8 \pm 0,6$ ;  $p < 0,05$ ), enquanto o grupo CUV apresentou uma diferença significativa comparada ao momento inicial a partir da distância 3,0 km (CUV 1,0km  $1,5 \pm 0,5$  vs. CUV 3,0km  $2,5 \pm 0,7$ ;  $p < 0,05$ ).

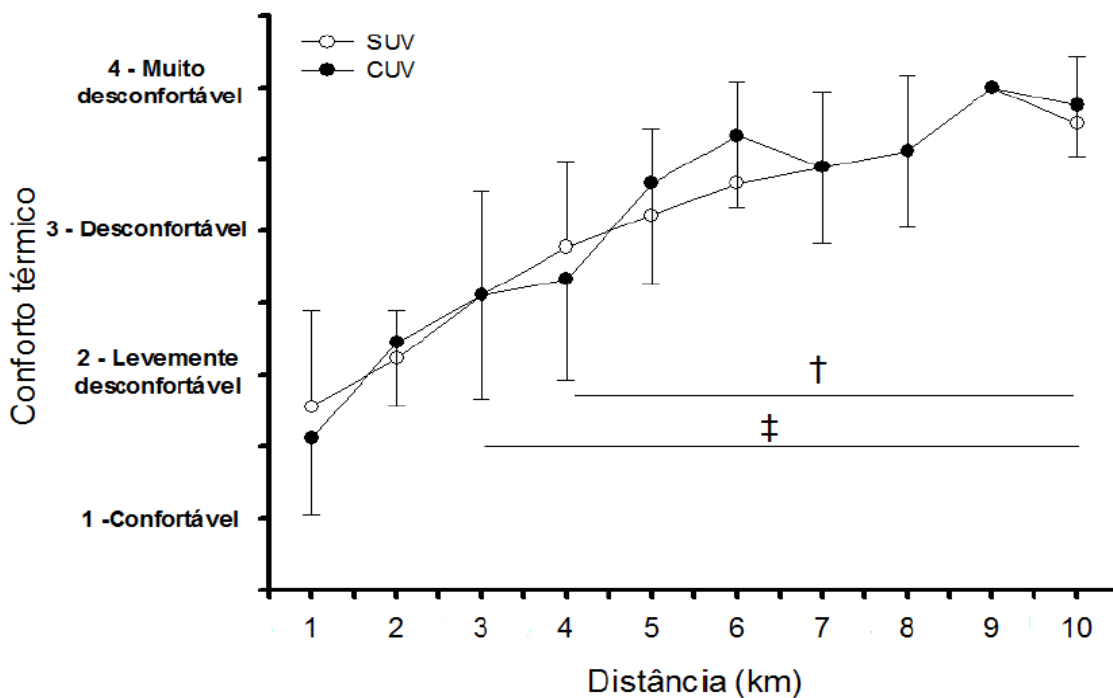


Figura 9: Respostas do Conforto térmico durante o exercício autorregulado. SUV = Sem camisa UV; CUV = Com camisa UV; ‡ = diferença significativa com relação à distância para o grupo SUV; † = diferença significativa com relação a distância para o grupo CUV. Média  $\pm$  DP. A partir de 6 km  $n = 8$  (SUV). A partir de 8 km  $n = 7$  (SUV) e  $n = 8$  (CUV)

#### 4.10. Frequência Cardíaca - FC

A Figura 10 apresenta os ajustes da FC durante o exercício autorregulado em ambiente quente associada à radiação solar artificial em ambos os grupos. Ao longo de 10 km, foram observadas diferenças significativas entre os grupos nas distâncias 0,1 km a 0,3 km (SUV:  $104,7 \pm 24,8$  bpm vs. CUV:  $119,1 \pm 10,6$  bpm;  $p < 0,05$ ;  $d = 0,76$ ). Ao longo de 10 km, o grupo SUV apresentou diferença significativa comparada ao momento inicial de exercício a partir da distância 0,7 km (SUV 0,0km:  $104,7 \pm 24,8$  bpm vs. SUV 0,7km:  $140,9 \pm 19,2$  bpm;  $p < 0,05$ ), enquanto o grupo CUV apresentou diferenças significativas comparadas ao momento inicial a partir da distância 1,6 km (CUV 0,0km:  $119,1 \pm 10,6$  bpm vs. CUV 1,6km:  $153,3 \pm 8,2$  bpm;  $p < 0,05$ ).



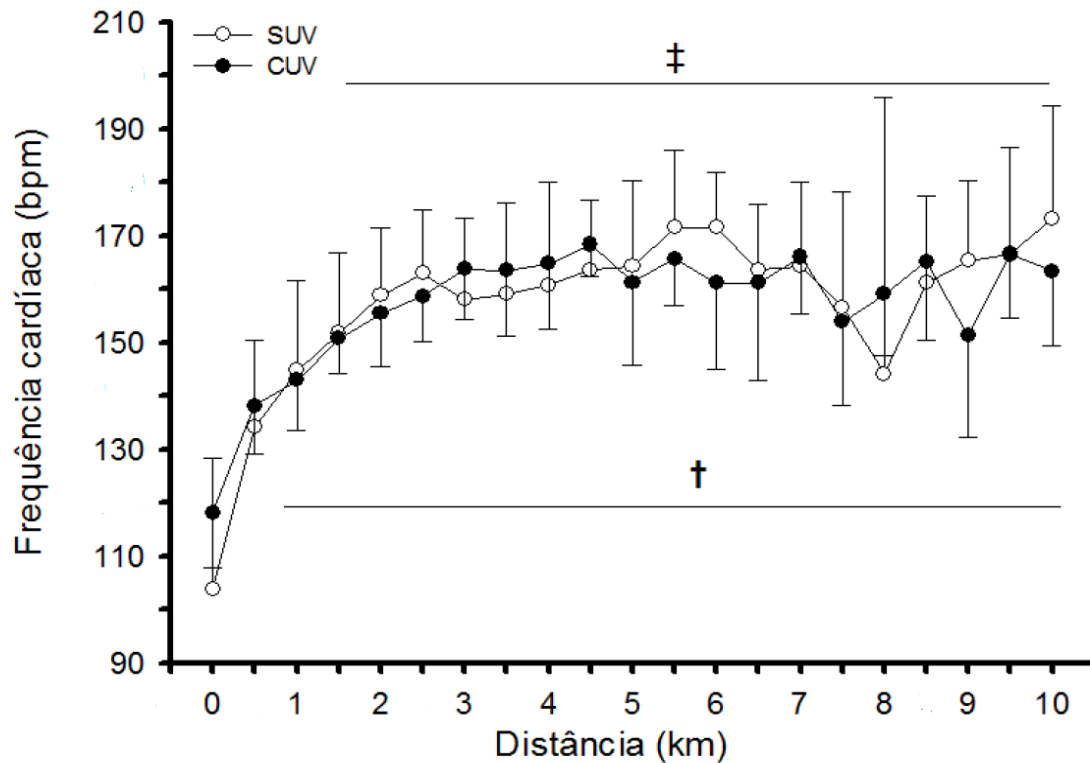


Figura 10: Ajustes da FC durante exercício autorregulado. # = diferença significativa entre os grupos SUV vs. CUV; † = diferença significativa do grupo CUV com relação à distância; ‡ = diferença significativa do grupo SUV com relação à distância. Média  $\pm$  DPM. A partir de 6 km  $n = 8$  (SUV). A partir de 8 km  $n = 7$  (SUV) e  $n = 8$  (CUV)

#### 4.11. Desempenho da amostra durante exercício autorregulado

A Tabela 2 apresenta os valores relativos ao desempenho da amostra durante o exercício autorregulado de 10 km em ambiente quente associado à radiação solar artificial em ambos os grupos. Não foram observadas diferenças entre Tempo Total de Exercício (SUV:  $74,4 \pm 12,9$ min vs. CUV:  $69,5 \pm 13,9$ min;  $p > 0,05$ ) e Trabalho (SUV:  $1337,5 \pm 294,9$ W vs. CUV:  $1369,3 \pm 231,0$ W;  $p > 0,05$ ).

**Tabela 2** Desempenho da amostra durante exercício autorregulado de 10km em ambiente quente associado a radiação solar artificial.

---

**Desempenho da amostra durante exercício autorregulado**


---

<b>Amostra (n=9)</b>	
TTE SUV (min)	74,4 ± 12,9
TTE CUV (min)	69,5 ± 13,9
Trabalho SUV (W)	1337,5 ± 294,9
Trabalho CUV (W)	1369,3 ± 231,0

---

TTE SUV: Tempo Total de Exercício Com Ultravioleta; TTE CUV: Tempo Total de Exercício Sem Ultravioleta. Média ± DPM.

#### **4.12. Trabalho durante exercício autorregulado**

A Figura 11 apresenta os ajustes do trabalho durante o exercício autorregulado de 10 km em ambiente quente associado à radiação solar artificial em ambos os grupos. Ao longo de 10 km, foram observadas diferenças significativas entre os grupos na distância 9,0 km (SUV:  $12,9 \pm 4,7W$  vs. CUV:  $10,2 \pm 2,9W$ ;  $p < 0,05$ ;  $d = 1,00$ ) e na distância 10,0 km (SUV:  $15,5 \pm 5,6W$  vs. CUV:  $11,8 \pm 3,2W$ ;  $p < 0,05$ ;  $d = 0,58$ ). Com relação aos momentos iniciais durante exercício, ambos os grupos apresentaram diferenças significativas a partir de 0,5 km (SUV 0,0km:  $0,0 \pm 0,0W$  vs. SUV 0,5km:  $15,8 \pm 2,5W$ ;  $p < 0,05$ ; CUV 0,0 km:  $0,0 \pm 0,0W$  vs. CUV 0,5km:  $14,5 \pm 2,9W$ ;  $p < 0,05$ ).

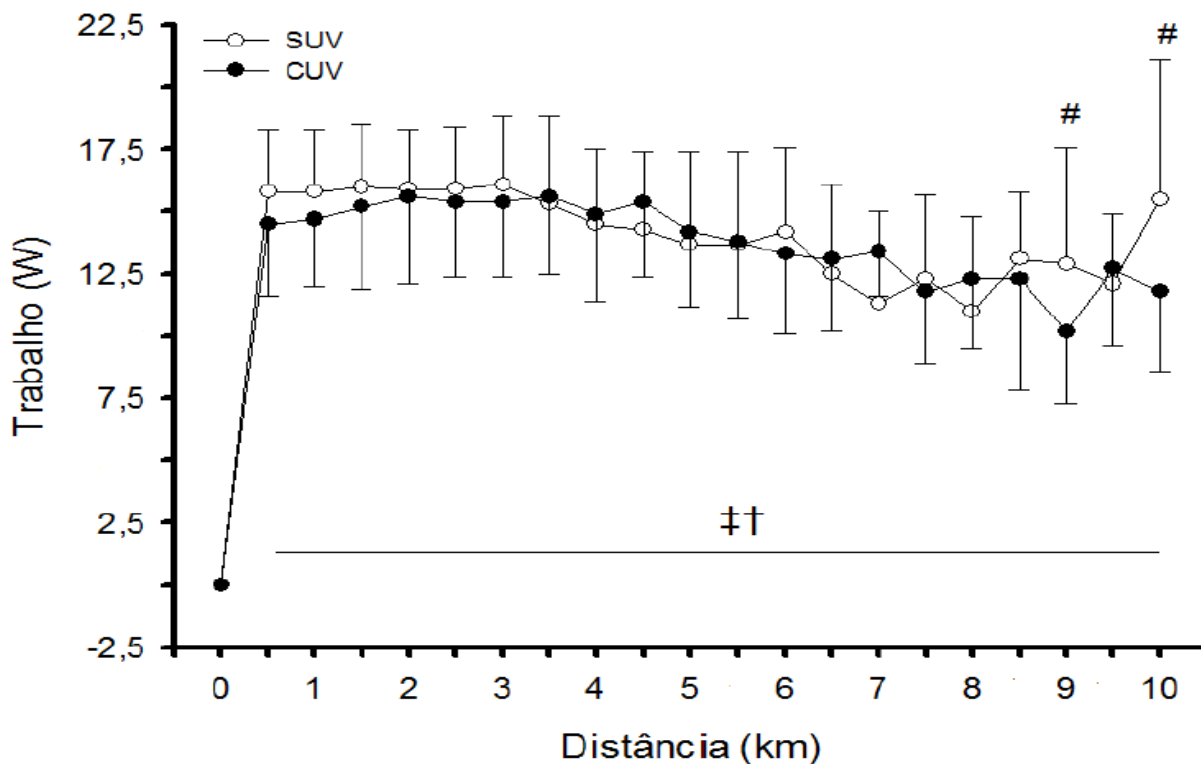


Figura 11: Ajustes do Trabalho durante exercício autorregulado. ‡ = diferença significativa do grupo CUV com relação à distância; † = diferença significativa do grupo SUV com relação à distância. Média  $\pm$  DPM. A partir de 6 km  $n = 8$  (SUV). A partir de 8 km  $n = 7$  (SUV) e  $n = 8$  (CUV)

#### 4.13. Velocidade

A Figura 12 apresenta os ajustes da velocidade durante o exercício autorregulado de 10 km em ambiente quente associado à radiação solar artificial em ambos os grupos. Ao longo de 10 km, foram observadas diferenças significativas entre os grupos das distâncias 0,1 km a 0,4 km (CUV0,1km:  $7,5 \pm 1,1$  km/h vs. SUV0,1km:  $8,5 \pm 2,3$  km/h;  $p < 0,05$ ;  $d = 0,55$ ) e nas distâncias 9,9 km a 10,0 km (CUV9,9km:  $7,0 \pm 1,6$  km/h vs. SUV9,9km:  $8,4 \pm 2,8$  km/h;  $p < 0,05$ ;  $d = 0,61$ ). Não foram observadas diferenças com relação aos momentos iniciais de exercício em ambos os grupos ( $p > 0,05$ ).

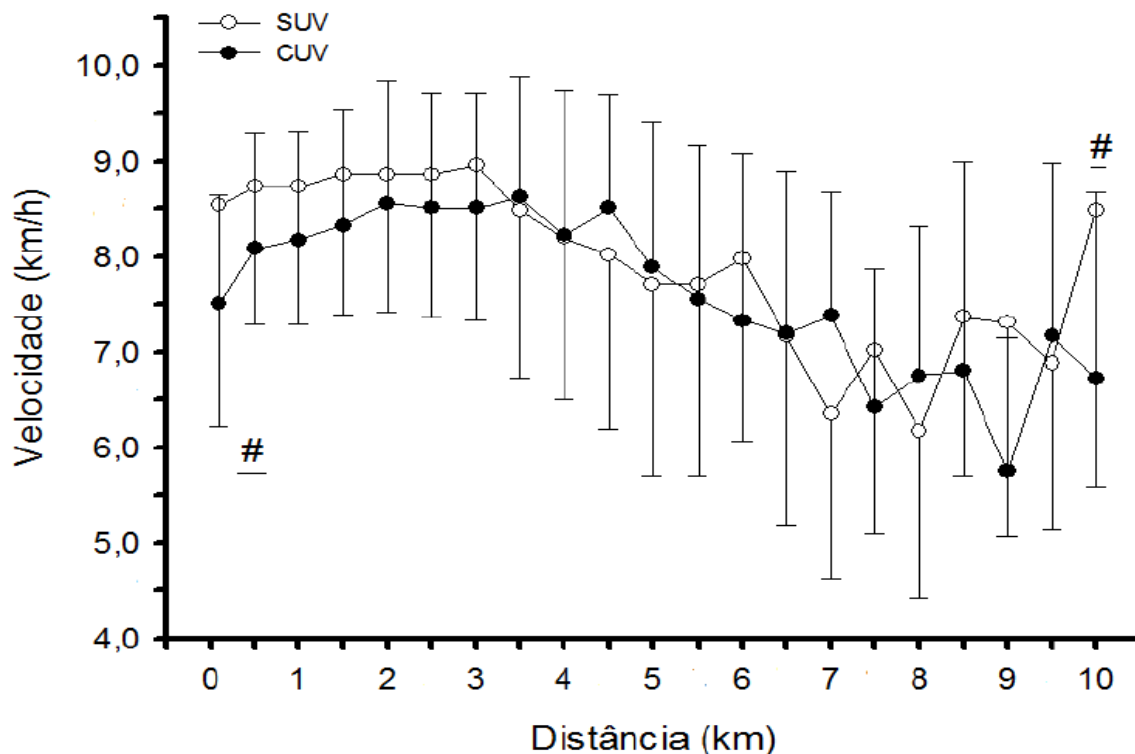


Figura 12: Ajustes da velocidade durante o exercício autorregulado. SUV = Sem camisa UV; CUV = Com camisa UV; # = diferença significativa entre os grupos. Média  $\pm$  DPM. A partir de 6 km  $n = 8$  (SUV). A partir de 8 km  $n = 7$  (SUV) e  $n = 8$  (CUV)

#### 4.14. Percepção Subjetiva de Esforço - PSE

A Figura 13 apresenta os ajustes da PSE durante o exercício autorregulado de 10 km em ambiente quente associado à radiação solar artificial em ambos os grupos. Ao longo de 10 km, foram observadas diferenças significativas entre os grupos na distância 5,0 km (SUV:  $14,1 \pm 2,9$  vs. CUV:  $15,6 \pm 1,4$ ;  $p < 0,05$ ;  $d = 1,0$ ). Foram observadas diferenças também com relação ao momento inicial do exercício, onde o grupo SUV apresentou diferença significativa comparada ao momento inicial a partir da distância 6,0 km (SUV1,0km:  $11,4 \pm 0,7$  vs. SUV6,0km  $16,2 \pm 2,9$ ;  $p < 0,05$ ), enquanto o grupo CUV apresentou diferenças significativas comparadas ao momento inicial a partir da distância 4,0 km (CUV1,0km:  $11,0 \pm 1,9$  vs.  $15,0 \pm 1,5$ ;  $p < 0,05$ ).

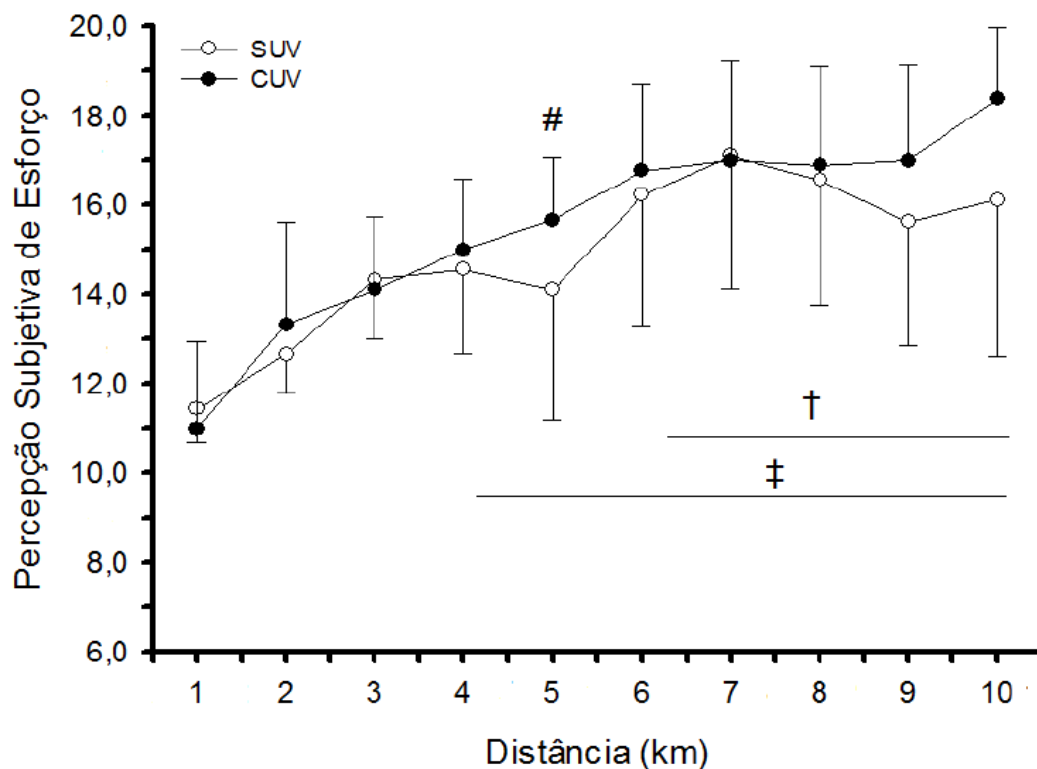


Figura 13: Ajustes da Percepção de Esforço durante exercício autorregulado. # = diferença significativa entre os grupos SUV vs. CUV; ‡ = diferença significativa do grupo CUV com relação à distância; † = diferença significativa do grupo SUV com relação à distância. Média  $\pm$  DPM. A partir de 6 km  $n = 8$  (SUV). A partir de 8 km  $n = 7$  (SUV) e  $n = 8$  (CUV)

#### 4.15. Hazard Score

A Figura 14 apresenta os ajustes do *Hazard Score* durante exercício autorregulado em ambiente quente associada a radiação solar artificial em ambos os grupos. Ao longo de 10 km, foram observadas diferenças significativas entre os grupos nas distâncias 1,0 km (SUV:  $10,3 \pm 0,6$  vs. CUV:  $9,9 \pm 1,7$   $p < 0,05$ ;  $d = 0,31$ ) e 5,0 km (SUV:  $7,0 \pm 1,4$  vs. CUV:  $7,8 \pm 0,7$ ;  $p < 0,05$ ;  $d = 0,31$ ). Ao longo de 10 km, o grupo SUV apresentou diferença significativa comparada ao momento inicial de exercício a partir da distância 4,0 km (SUV1,0km:  $10,3 \pm 0,6$  vs. SUV4,0km:  $8,7 \pm 1,1$ ;  $p < 0,05$ ), enquanto o grupo CUV apresentou diferenças significativas comparadas ao momento inicial a partir da distância 5,0 km (CUV1,0km:  $9,9 \pm 1,7$  vs. CUV5,0km:  $7,8 \pm 0,7$ ;  $p < 0,05$ ).

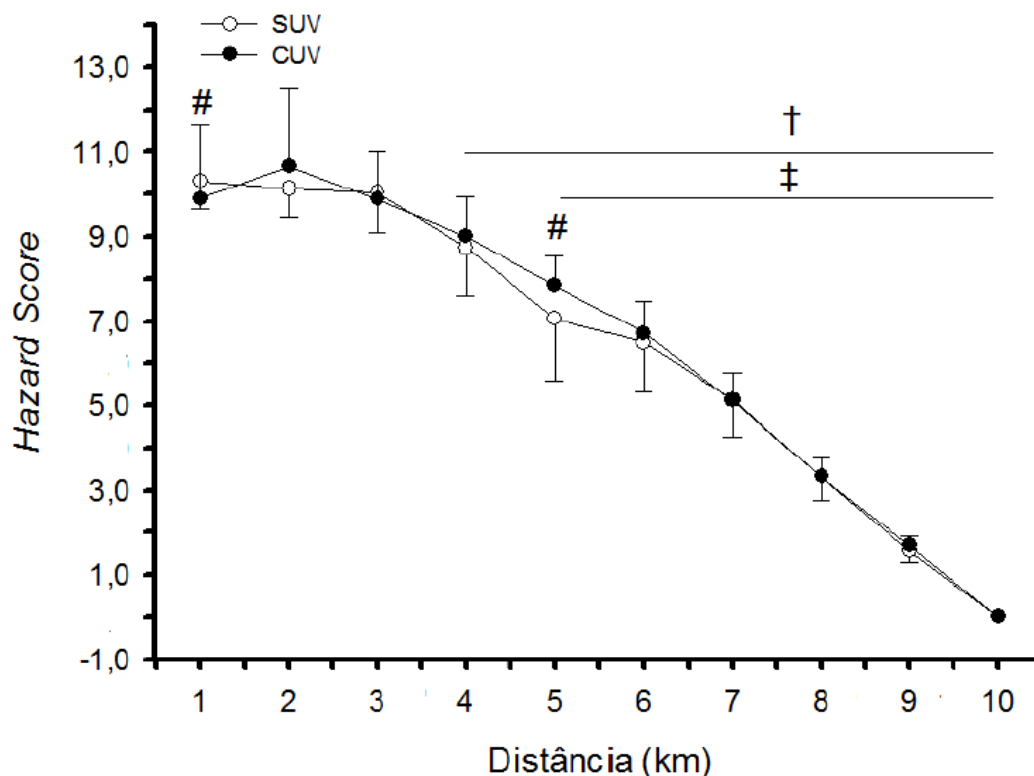


Figura 14: Ajustes do Hazard Score durante exercício autorregulado. # = diferença significativa entre os grupos SUV vs. CUV; ‡ = diferença significativa do grupo CUV com relação à distância; † = diferença significativa do grupo SUV com relação a distância. Média  $\pm$  DPM. A partir de 6 km  $n = 8$  (SUV). A partir de 8 km  $n = 7$  (SUV) e  $n = 8$  (CUV).

## 5. DISCUSSÃO

O presente trabalho teve como objetivo verificar os efeitos da utilização de uma camisa com proteção UV sobre as respostas termorregulatórias de corredores durante uma sessão de exercício autorregulado com distância fixa de 10 km em ambiente quente associado à radiação solar artificial. Baseados nos objetivos do trabalho, os resultados mostraram que a utilização tanto das camisas com proteção ultravioleta quanto das sem proteção ultravioleta não levou a alterações significativas nas respostas fisiológicas da  $T_{pele}$ ,  $T_{gastrointestinal}$ , massa corporal, sudorese, AC, TAC e FC, tampouco nas respostas perceptivas e de desempenho como ST, CT, PSE, Hazard Score, trabalho e velocidade

durante exercício autorregulado realizado em ambiente quente sob incidência de radiação solar artificial. Os principais achados deste trabalho indicam que a utilização de uma camisa com proteção UV não influenciou na resposta de  $T_{tgi}$  (Fig.3 A), assim como na de  $T_{pele}$  (Fig.3 B) e nas respostas perceptivas (Fig. 6; Fig. 7; Fig. 14).

Baseado na função termorregulatória relativa, as roupas e os tecidos podem ser classificados em ativos e passivos: tecidos passivos são aqueles cuja confecção é baseada em tecidos comuns, como lã e poliéster. Sua função termorregulatória se dá independente do ambiente, podendo piorar ou não o balanço térmico, independente de ação externa, como a camisa com proteção UV. Por outro lado, tecidos ativos são aqueles cujas respostas termorregulatórias são dadas através da influência do ambiente, procurando manter seu usuário com o máximo de conforto térmico possível, independente do ambiente (JOCIC, 2016). Especificamente, Jovic (2016) pondera que no ambiente esportivo praticado ao ar livre existe uma necessidade de mercado em que o consumidor exige produtos com características que promovam melhores índices de conforto, como repelência a água, secagem rápida, função antiodor, função antibacteriana e proteção UV.

O modelo de balanço térmico apresenta diferentes fenômenos físicos que possibilitam ganho ou dissipação de calor (Balanço térmico =  $M - W_k \pm K \pm R \pm C \pm C_{res} - E_{res} - E_{pele}$ ), sendo a evaporação da sudorese o processo mais eficiente para dissipação de calor (SCHLADER *et al* 2011; CRAMER, JAY, 2016). Entender esses processos biofísicos e como eles acontecem é uma informação importante que pode ser aproveitada na confecção de diferentes roupas, com objetivo, por exemplo, de promover maiores valores de dissipação de calor em ambiente quente. Gonzalez *et al* (2011) demonstram que a utilização de camisas com maiores espaços na costura de malhas resultam em maiores níveis de conforto térmico, além de limitar a variação da temperatura da pele. Com isso, o uso dessas camisas reduz os ganhos de calor oriundos da atividade física, já que há uma maior dissipação de calor através dos espaços das costuras.

Especificamente em relação ao processo biofísico da radiação, nossos resultados não apontaram diferenças significativas na  $T_{pele}$  (Fig.3A) e na  $T_{tgi}$  (Fig.3B) entre os grupos que utilizaram camisas com proteção UV e os que utilizaram sem proteção UV. Em contraponto aos nossos resultados, Bröde *et al* (2010) apontam uma redução do ganho de calor diante da utilização de roupas com propriedades de reflexão de ondas

UV, reduzindo ganho de calor oriundo de radiação solar, tal qual a camisa utilizada no presente estudo. Apesar dos resultados apresentarem uma redução do ganho de calor, o autor pondera que fatores como a velocidade do vento possuem grande relevância para o processo de dissipação de calor através de convecção.

Sabe-se que a utilização de TiO<sub>2</sub> em tecidos, com objetivo de refletir ondas UV, induz a menores valores de temperatura quando comparados a tecidos sem utilização de TiO<sub>2</sub>. Entretanto, observa-se também a presença de um platô na capacidade de reflexão do tecido, de forma que diferentes concentrações de TiO<sub>2</sub> em tecidos não alteram de maneira significativa a capacidade de reflexão de ondas UV (SHAMS-NATERI, KAZEMIAN, PIRI, 2020).

Além do platô relativo ao material, é necessário considerar que apenas a utilização de uma camisa com proteção UV pode não ser suficiente para reduzir o estresse térmico em ambiente não-compensado. Esse ambiente é aquele cuja perda de calor através da evaporação é inferior à taxa de evaporação do suor requisitada para evitar um acúmulo de calor. (CRAMER, JAY, 2016). Em ambientes com concentrações elevadas de umidade, observa-se uma redução da perda de calor evaporativa, aumentando assim o acúmulo de calor (FRYE, KAMON, 1983; KENNY *et al*, 1988; SMOLANDER, KORHONEN, ILMARINEN, 1990); MEKAJIC *et al*, 2017). No presente estudo, a  $T_{\text{ambiental}}$  (Fig. 7) associada ao aumento da UR (Fig. 8) pode estar associada a um quadro de ambiente não-compensado, o que levou a uma redução do calor dissipado dos voluntários.

Esta pesquisa não apontou diferenças nos parâmetros fisiológicos influenciadas pela utilização da camisa com proteção UV, não encontrando distinções entre  $T_{\text{pele}}$  (Fig.3 A),  $T_{\text{tgi}}$  (Fig.3B) e FC (Fig.16). Sabe-se que a exposição ao calor oriundo de radiação tem diferentes efeitos fisiológicos. Otani *et al.* (2016, 2017, 2019) apontam que a radiação solar influencia diretamente o indivíduo, e, por conseguinte, que maiores níveis de radiação incididos resultam em maiores valores de  $T_{\text{pele}}$  e  $T_{\text{interna}}$ , além de aumentar o estresse cardiovascular, causando redução do desempenho esportivo. Levels *et al.* (2014) demonstram que a redução do tempo de exposição à radiação solar causa aumento da  $T_{\text{pele}}$  quando comparada a ausência de exposição. Contudo, não detectam diferença de desempenho entre essas duas situações. Nielsen (1988) afirma que a prática de exercício em locais de sombra reduz o ganho de calor oriundo de radiação solar, reduzindo a  $T_{\text{pele}}$ , a frequência cardíaca e a sudorese dos voluntários.



Outros processos biofísicos se mostram mais relevantes na dissipação de calor da pele, como os processos de convecção e evaporação. Maiores espaços nas costuras possibilitam a presença de ar entre a pele e a roupa, permitindo que a dissipação de calor seja resultante de um processo de convecção “forçada” (HOUDAS, RING, 2013). Sperlich *et al* (2013) apontam que a utilização de roupas de Poliéster contendo canais que aumentam a área de superfície exposta ao ambiente reduzem as sensações térmicas e a umidade presente na pele, possibilitando, dessa forma, uma maior dissipação de calor. No entanto, não há melhoria do rendimento. A circulação do ar entre a pele e a roupa possibilita uma perda de calor por convecção e evaporação, permitindo que o ar quente “preso” entre a roupa e a pele seja retirado para a entrada de ar com menor temperatura. Essa circulação do ar diminui a  $T_{pele}$  através de processos convectivos e evaporativos (HOLMER *et al*, 1999; HAVENITH *et al*, 1990; BOUSKILL *et al*, 2002). Roupas ventiladas contribuem para a redução da temperatura da pele devido a um aumento da capacidade evaporativa do suor e convectiva realizada pelo vento, com função de aumentar o benefício termorregulatório mediante a sua utilização (ZHANG, LI, 2010)

A utilização de roupas que auxiliam na manutenção do balanço térmico possui diversas aplicações. Ambientes de trabalho, cuja temperatura ambiental é elevada e que estão associados com a execução de tarefas de alta demanda metabólica, impõe um desafio termorregulatório, o que aumenta o risco de estresse térmico. Jackson e Rosenberg (2010) apontam que militares e agricultores são populações que possuem altos índices de acidentes térmicos relativos a ambientes extremos, sendo relatadas mortes por estresse térmico nessa população. Com isso, percebe-se a necessidade de adoção de estratégias que tenham como objetivo a atenuação desse estresse.

Para que haja tal atenuação, Zhao *et al* (2017) postulam que a utilização de roupas com propriedades de resfriamento promove maiores índices de recuperação após a realização de esforço de baixa intensidade em ambiente quente associado à radiação solar artificial. Assim, o uso dessas roupas reduz o estresse térmico dos seus usuários. No presente estudo, a utilização de camisa com proteção UV não alterou significativamente a temperatura interna e da pele dos indivíduos (Fig.3 A; Fig. 3 B) durante exercício autorregulado em ambiente quente associado à radiação solar artificial. Em contrapartida, Chan *et al* (2016) investigaram os efeitos de uma roupa com proteção UV em trabalhadores expostos a altas temperaturas ambientais e altas

taxas de umidade. Essa pesquisa demonstrou que a utilização de materiais com melhores propriedades de dissipação de calor e diminuição de ganho de calor oriundo de ondas UV reduzem o estresse térmico ao diminuir a temperatura interna e a da pele.

Este trabalho apresenta uma limitação, visto que não foi possível medir a quantidade de onda UV emitida pela lâmpada utilizada no experimento, embora outros trabalhos apontem que a utilização de lâmpadas mistas cause emissão de ondas UV, sendo uma forma interessante de análise de diferentes tipos de materiais (HEIKILLÄ *et al.*, 2009). Este é um campo de pesquisa que necessita de mais estudos para elucidar a real efetividade das diferentes tecnologias utilizadas em roupas esportivas com objetivo de melhorar o balanço térmico. A utilização de mais cores de camisas pode auxiliar em um melhor entendimento sobre propriedades de flexão de ondas UV sobre os indivíduos, além da possibilidade da realização de pesquisas em espaços ao ar livre, avaliando o efeito direto da radiação solar natural incidida nos voluntários.

## **6. CONCLUSÃO**

Os resultados sugerem que a utilização de uma camisa com proteção UV não altera as respostas de temperatura gastrointestinal e da pele, frequência cardíaca, respostas de percepção térmica e de esforço, além de não alterar o Tempo Total de Exercício e trabalho.

## 7. REFERÊNCIAS

- ACHWAL, W. B. Sun protection properties of textile substrates. **Colourage**, v. 44, n. 2, p. 31-32, 1997.
- ADAMS, WILLIAM C. *et al.* Effects of varied air velocity on sweating and evaporative rates during exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 73, n. 6, p. 2668-2674, 1992.
- American College of Sports Medicine – Position Stand: Exercise and fluid replacement. **Med Sci Sports Exerc.** 29:1-11, 1996.
- ALMEIDA, Maria Camila; VIZIN, Robson Cristiano Lillo; CARRETTIERO, Daniel Carneiro. Current understanding on the neurophysiology of behavioral thermoregulation. **Temperature**, v. 2, n. 4, p. 483-490, 2015.
- ATTIA, Moneim. Thermal pleasantness and temperature regulation in man. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, v. 8, n. 3, p. 335-342, 1984.
- BANGSBO, Jens *et al.* Muscle oxygen kinetics at onset of intense dynamic exercise in humans. American **Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 279, n. 3, p. R899-R906, 2000.
- BARWOOD, M. J. *et al.* Compression garments: no enhancement of high-intensity exercise in hot radiant conditions. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 8, n. 5, p. 527-535, 2013.
- BENZINGER, Theodor H. Heat regulation: homeostasis of central temperature in man. **Physiological reviews**, v. 49, n. 4, p. 671-759, 1969.
- BERGH, U. *et al.* Blood lactate and perceived exertion during heat stress. **Acta physiologica scandinavica**, v. 126, n. 4, p. 617-618, 1986.
- BISHOP, Phillip; GU, Dingliang; CLAPP, Anthony. Climate under impermeable protective clothing. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 25, n. 3, p. 233-238, 2000.
- BLATTEIS, C. *et al.* Glossary of terms for thermal physiology. **Japanese Journal of Physiology**, v. 51, n. 2, p. 245-280, 2001.

BLAZEJCZYK, K. *et al.* Thermoregulatory and circulatory reactions in subjects exposed to the sun and wearing white and black clothing. **Env. Ergon.** VIII, San Diego, California, USA, p. 177-181, 1999.

BLEICHERT, A. *et al.* Thermoregulatory behavior of man during rest and exercise. **Pflügers Archiv**, v. 338, n. 4, p. 303-312, 1973.

BLIGH, J. O. H. N.; JOHNSON, K. Ga. Glossary of terms for thermal physiology. **Journal of Applied Physiology**, v. 35, n. 6, p. 941-961, 1973.

BOUSKILL, L. M. *et al.* Relationship between clothing ventilation and thermal insulation. **AIHA journal**, v. 63, n. 3, p. 262-268, 2002.

BORG GA. Psychophysical bases of perceived exertion. **Med Sci Sports Exerc**;14:377-81, 1982.

BRAZAITIS, Marius *et al.* The effect of two kinds of T-shirts on physiological and psychological thermal responses during exercise and recovery. **Applied ergonomics**, v. 42, n. 1, p. 46-51, 2010.

BRÖDE, Peter *et al.* Heat gain from thermal radiation through protective clothing with different insulation, reflectivity and vapour permeability. **International Journal of Occupational Safety and Ergonomics**, v. 16, n. 2, p. 231-244, 2010.

BRUCE, Robert A. Methods of exercise testing: step test, bicycle, treadmill, isometrics. **American Journal of Cardiology**, v. 33, n. 6, p. 715-720, 1974.

CABANAC, Michel; SERRES, Pierre. Peripheral heat as a reward for heart rate response in the curarized rat. **Journal of comparative and physiological psychology**, v. 90, n. 5, p. 435, 1976.

\_\_\_\_\_. MASSONNET, B.; BELAICHE, R. Preferred skin temperature as a function of internal and mean skin temperature. **Journal of applied physiology**, v. 33, n. 6, p. 699-703, 1972.

\_\_\_\_\_. CUNNINGHAM, D. J.; STOLWIJK, J. A. Thermoregulatory set point during exercise: A behavioral approach. **Journal of comparative and physiological psychology**, v. 76, n. 1, p. 94, 1971.

\_\_\_\_\_. Pleasure: the common currency. **Journal of theoretical biology**, v. 155, n. 2, p. 173-200, 1992.

\_\_\_\_\_. Heat stress and behavior. **Comprehensive Physiology**, p. 261-278, 2010.

CANDAS, V.; LIBERT, J. P.; VOGT, J. J. Sweating and sweat decline of resting men in hot humid environments. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 50, n. 2, p. 223-234, 1983.

CHAN, Albert PC *et al.* The development of anti-heat stress clothing for construction workers in hot and humid weather. **Ergonomics**, v. 59, n. 4, p. 479-495, 2016.

CHARKOUDIAN, N. Skin blood flow in adult human thermoregulation: how it works, when it does not, and why. In: Mayo Clinic Proceedings. **Elsevier**, 2003. p. 603-612.

\_\_\_\_\_. Human thermoregulation from the autonomic perspective. **Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical**, v. 196, p. 1-2, 2016.

CHEUVRONT, Samuel N. *et al.* Mechanisms of aerobic performance impairment with heat stress and dehydration. **Journal of Applied Physiology**, v. 109, n. 6, p. 1989-1995, 2010.

CORBETT, Jo *et al.* The effect of head-to-head competition on behavioural thermoregulation, thermophysiological strain and performance during exercise in the heat. **Sports Medicine**, v. 48, n. 5, p. 1269-1279, 2018.

CRAIG, Arthur D. How do you feel? Interoception: the sense of the physiological condition of the body. **Nature reviews neuroscience**, v. 3, n. 8, p. 655-666, 2002.

CRAMER, Matthew N.; JAY, Ollie. Biophysical aspects of human thermoregulation during heat stress. **Autonomic Neuroscience**, v. 196, p. 3-13, 2016.

CRANDALL, Craig G.; WILSON, Thad E. Human cardiovascular responses to passive heat stress. **Comprehensive Physiology**, v. 5, n. 1, p. 17-43, 2011.

CREWE, Helen; TUCKER, Ross; NOAKES, Timothy D. The rate of increase in rating of perceived exertion predicts the duration of exercise to fatigue at a fixed power output in different environmental conditions. **European journal of applied physiology**, v. 103, n. 5, p. 569, 2008.

CUI, Yu Xing. **Study and development of near-infrared reflective and absorptive materials for energy saving application**. 2012. Tese de Doutorado. Carleton University.

DAVIS, Brett Alan *et al.* Hydration kinetics and 10-km outdoor running performance following 75% versus 150% between bout fluid replacement. **European journal of sport science**, v. 14, n. 7, p. 703-710, 2014.

DAVIS, Jon-Kyle; BISHOP, Phillip A. Impact of clothing on exercise in the heat. **Sports medicine**, v. 43, n. 8, p. 695-706, 2013.

DE KONING, Jos J. *et al.* Regulation of pacing strategy during athletic competition. **PloS one**, v. 6, n. 1, p. e15863, 2011.

D'ORAZIO, John *et al.* UV radiation and the skin. **International journal of molecular sciences**, v. 14, n. 6, p. 12222-12248, 2013.

DU BOIS, D. F. A formula to estimate the approximate surface area if height and body mass be known. **Arch intern med**, v. 17, p. 863-871, 1916.

EDWARDS, R. H.; HILL, D. K.; JONES, D. A. Heat production and chemical changes during isometric contractions of the human quadriceps muscle. **The Journal of physiology**, v. 251, n. 2, p. 303-315, 1975.

ELY, Matthew R. *et al.* Impact of weather on marathon-running performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 39, n. 3, p. 487, 2007.

\_\_\_\_\_ CHEUVRONT, Samuel N.; MONTAIN, Scott J. Neither cloud cover nor low solar loads are associated with fast marathon performance. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 39, n. 11, p. 2029, 2007.

FARRELL, Michael J.; TREVAKS, David; MCALLEN, Robin M. Preoptic activation and connectivity during thermal sweating in humans. **Temperature**, v. 1, n. 2, p. 135-141, 2014.

FERRER-MONTIEL, Antonio *et al.* Advances in modulating thermosensory TRP channels. **Expert opinion on therapeutic patents**, v. 22, n. 9, p. 999-1017, 2012.

FLOURIS, Andreas D. Functional architecture of behavioural thermoregulation. **European journal of applied physiology**, v. 111, n. 1, p. 1-8, 2011.

\_\_\_\_\_.; SCHLADER, Z. J. Human behavioral thermoregulation during exercise in the heat. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 25, p. 52-64, 2015.

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

GAGGE, Adolf Pharo; BURTON, Alan Chadburn; BAZETT, Henry Cuthbert. A practical system of units for the description of the heat exchange of man with his environment. **Science**, v. 94, n. 2445, p. 428-430, 1941.

\_\_\_\_\_.; STOLWIJK, J. A. J.; HARDY, J. D. Comfort and thermal sensations and associated physiological responses at various ambient temperatures. **Environmental research**, v. 1, n. 1, p. 1-20, 1967.

GAVIN, Timothy P. Clothing and thermoregulation during exercise. **Sports Medicine**, v. 33, n. 13, p. 941-947, 2003.

GANTZ, G. M.; SUMNER, W. G. Stable ultraviolet light absorbers. **Textile research journal**, v. 27, n. 3, p. 244-251, 1957.

GERRETT, Nicola *et al.* Thermal sensitivity to warmth during rest and exercise: a sex comparison. **European journal of applied physiology**, v. 114, n. 7, p. 1451-1462, 2014.

GISOLFI, Carl V. *et al.* The hot brain: survival, temperature, and the human body. **MIT Press**, 2000.

GONZÁLEZ-ALONSO, José *et al.* Heat production in human skeletal muscle at the onset of intense dynamic exercise. **The Journal of physiology**, v. 524, n. 2, p. 603-615, 2000.

\_\_\_\_\_.; CALBET, José AL. Reductions in systemic and skeletal muscle blood flow and oxygen delivery limit maximal aerobic capacity in humans. **Circulation**, v. 107, n. 6, p. 824-830, 2003.

GONZALES, Benoît R. *et al.* Effects of polyester jerseys on psycho-physiological responses during exercise in a hot and moist environment. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 25, n. 12, p. 3432-3438, 2011.

GRABENHORST, Fabian; ROLLS, Edmund T.; PARRIS, Benjamin A. From affective value to decision-making in the prefrontal cortex. **European Journal of Neuroscience**, v. 28, n. 9, p. 1930-1939, 2008.

GRICE, Katherine; SATTAR, H.; BAKER, Harvey. The effect of ambient humidity on transepidermal water loss. **Journal of Investigative Dermatology**, v. 58, n. 6, p. 343-346, 1972.

GUPTA, Amit *et al.* Improving UV resistance of high strength fibers. 2005.

HA, Minja *et al.* Combined effects of fabric air permeability and moisture absorption on clothing microclimate and subjective sensation during intermittent exercise at 27 degrees C. **Ergonomics**, v. 42, n. 7, p. 964-979, 1999.

HARDY JR, H. B. Moisture transfer in textile systems. **Textile Research Journal**, v. 33, n. 9, p. 754-755, 1963.

HAVENITH, G. Human surface to mass ratio and body core temperature in exercise heat stress—a concept revisited. **Journal of Thermal Biology** v.26, p.387–393, 2001.

\_\_\_\_\_ *et al.* Clothing ventilation, vapour resistance and permeability index: changes due to posture, movement and wind. **Ergonomics**, v. 33, n. 8, p. 989-1005, 1990.

HAYMES, Emily M.; WELLS, Christine L. Environment and human performance. **Human Kinetics**, 1986.

HEIKKILÄ, A. *et al.* Characterizing a UV chamber with mercury lamps for assessment of comparability to natural UV conditions. **Polymer testing**, v. 28, n. 1, p. 57-65, 2009.

HEUS, R.; KISTEMAKER, L. Thermal comfort of summer clothes for construction workers. **Environ Ergon**, p. 273-276, 1998.

HOLMÉR, I. *et al.* Clothing convective heat exchange—proposal for improved prediction in standards and models. **Annals of Occupational Hygiene**, v. 43, n. 5, p. 329-337, 1999.

HOUDAS, Yvon; RING, E. F. J. **Human body temperature: its measurement and regulation**. Springer Science & Business Media, 2013.



HUNT, R. Opportunities in UV protection. **Knitting International**, v. 110, n. 1300, p. 51-3, 2003.

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

JACKSON, Larry L.; ROSENBERG, Howard R. Preventing heat-related illness among agricultural workers. **Journal of agromedicine**, v. 15, n. 3, p. 200-215, 2010.

JEEVANANDAM, P. *et al.* Near infrared reflectance properties of metal oxide nanoparticles. **The Journal of Physical Chemistry C**, v. 111, n. 5, p. 1912-1918, 2007.

JOCIC, D. Smart coatings for comfort in clothing. In: **Active Coatings for Smart Textiles**. Woodhead Publishing, 2016. p. 331-354.

JOHNSON, John M.; MINSON, Christopher T.; KELLOGG JR, Dean L. Cutaneous vasodilator and vasoconstrictor mechanisms in temperature regulation. **Comprehensive physiology**, v. 4, n. 1, p. 33-89, 2011.

KAKITSUBA, Naoshi; MICHNA, HENRY; MEKJAVIC, I. B. Clothing surface area as related to body volume and clothing microenvironment volume. **Aviation, space, and environmental medicine**, v. 58, n. 5, p. 411-416, 1987.

KAPLAN, Sibel; OKUR, Ayşe. Thermal comfort performance of sports garments with objective and subjective measurements. 2012.

KATO, Masako; TOKURA, Hiromi. The effect of black and white garments on thermoregulation under warm conditions with sun radiation. In: **Environmental Ergonomics, Recent Progress and New Frontiers** (London-Tel-Aviv: Freud Publ. H. 1996.

KELLOGG JR, D. L.; JOHNSON, J. M.; KOSIBA, W. A. Competition between cutaneous active vasoconstriction and active vasodilation during exercise in humans. **American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology**, v. 261, n. 4, p. H1184-H1189, 1991.

KENNY, Glen P. *et al.* Muscle temperature transients before, during, and after exercise measured using an intramuscular multisensor probe. **Journal of applied physiology**, v. 94, n. 6, p. 2350-2357, 2003.

KENNEY, W. LARRY; ANDERSON, RUTH K. Responses of older and younger women to exercise in dry and humid heat without fluid replacement. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 20, n. 2, p. 155-160, 1988.

KENNEY, W. Larry; WILMORE, Jack H.; COSTILL, David L. **Physiology of sport and exercise**. Human kinetics, 2015.

KRUSTRUP, Peter *et al.* Muscle heat production and anaerobic energy turnover during repeated intense dynamic exercise in humans. **The Journal of physiology**, v. 536, n. 3, p. 947-956, 2001.

KUMAR, Har Darshan; HÄDER, Donat-P. Solar ultraviolet radiation. In: Global Aquatic and Atmospheric Environment. **Springer**, Berlin, Heidelberg, 1999. p. 341-376.

KURZ, A. Physiology of thermoregulation. **Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology**, v. 22, n. 4, p. 627-644, 2008.

KWON, Aehyun *et al.* Physiological significance of hydrophilic and hydrophobic textile materials during intermittent exercise in humans under the influence of warm ambient temperature with and without wind. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 78, n. 6, p. 487-493, 1998.

LAINING, R. M. *et al.* Differences in wearer response to garments for outdoor activity. **Ergonomics**, v. 51, n. 4, p. 492-510, 2008.

LEVELS, Koen *et al.* Effects of radiant heat exposure on pacing pattern during a 15-km cycling time trial. **Journal of Sports Sciences**, v. 32, n. 9, p. 845-852, 2014.

LIM C.L, BYRNE C, LEE J.K. Human thermoregulation and measurement of body temperature in exercise and clinical settings. **Annals Academic Medicine Singapore**;37(4):347–353. 2008.

MAHLTIG, Boris *et al.* Effect pigments for textile coating: a review of the broad range of advantageous functionalization. **Journal of Coatings Technology and Research**, v. 14, n. 1, p. 35-55, 2017.

MAHMOOD, M. Asim; ZWEIFLER, Richard M. Progress in shivering control. **Journal of the neurological sciences**, v. 261, n. 1-2, p. 47-54, 2007.

MAW, Graeme J.; BOUTCHER, Stephen H.; TAYLOR, Nigel AS. Ratings of perceived exertion and affect in hot and cool environments. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 67, n. 2, p. 174-179, 1993.

.

MCCURRY J, BUTLER N. World Cup 2006—a global showcase for textile technologies. **Tech Text Int.** 2006; 15:11–4.

MCCULLOUGH, Elizabeth A.; JONES, Byron W.; HUCK, Janice. A comprehensive data base for estimating clothing insulation. **Ashrae Trans**, v. 91, n. 2, p. 29-47, 1985.

MEKJAVIC, Igor B. *et al.* The effect of low ambient relative humidity on physical performance and perceptual responses during load carriage. **Frontiers in physiology**, v. 8, p. 451, 2017.

MOWER, George D. Perceived intensity of peripheral thermal stimuli is independent of internal body temperature. **Journal of comparative and physiological psychology**, v. 90, n. 12, p. 1152, 1976.

NAKAMAE, Djair Daniel *et al.* Urine exam: all strictness in collecting samples. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 14, n. 1, p. 51-57, 1980.

NIELSEN, Bodil. Solar heat load: heat balance during exercise in clothed subjects. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 60, n. 6, p. 452-456, 1990.

NYBO, L.; NIELSEN, B. Hyperthermia and central fatigue during prolonged exercise in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 91, n. 3, p. 1055-1060, 2001.

O'CONNOR, Fergus K. *et al.* Effect of divergent solar radiation exposure with outdoor versus indoor training in the heat: Implications for performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2020.

OTANI, Hidenori *et al.* Exposure to high solar radiation reduces self-regulated exercise intensity in the heat outdoors. **Physiology & behavior**, v. 199, p. 191-199, 2019.

\_\_\_\_\_ Effects of solar radiation on endurance exercise capacity in a hot environment. **European journal of applied physiology**, v. 116, n. 4, p. 769-779, 2016.

\_\_\_\_\_ Time-of-day effects of exposure to solar radiation on thermoregulation during outdoor exercise in the heat. **Chronobiology international**, v. 34, n. 9, p. 1224-1238, 2017.

\_\_\_\_\_. Solar Radiation Exposure Has Diurnal Effects on Thermoregulatory Responses During High-Intensity Exercise in the Heat Outdoors. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 33, n. 10, p. 2608-2615, 2019.

PALACIN, F. Textile finish protects against UV radiation. **Melliand Textilberichte International Textile Reports**, v. 78, p. 519-522, 1997.

PORSZASZ, Janos; CASABURI, Richard; WHIPP, Brian J. **Exercise test speed and grade modification**. U.S. Patent n. 7,628,732, 8 dez. 2009.

RAMANATHAN, N. L. A new weighting system for mean surface temperature of the human body. **Journal of applied physiology**, v. 19, n. 3, p. 531-533, 1964.

ROBERTS, Bryan C.; WALLER, Tom M.; CAIME, M. P. Thermoregulatory response to base layer garments during treadmill exercise. **International Journal of Sports Science and Engineering**, v. 1, n. 1, p. 29-38, 2007.

ROLLS, Edmund T.; GRABENHORST, Fabian; PARRIS, Benjamin A. Warm pleasant feelings in the brain. **Neuroimage**, v. 41, n. 4, p. 1504-1513, 2008.

ROWELL, Loring B. *et al.* Reductions in cardiac output, central blood volume, and stroke volume with thermal stress in normal men during exercise. **The Journal of clinical investigation**, v. 45, n. 11, p. 1801-1816, 1966.

RUTALA, William A.; GERGEN, Maria F.; WEBER, David J. Room decontamination with UV radiation. **Infection Control & Hospital Epidemiology**, v. 31, n. 10, p. 1025-1029, 2010.

SALGADO, José Vítor Vieira; MIKAIL, Mara Patraicia Traina Chacon. Corrida de rua: análise do crescimento do número de provas e de praticantes. **Conexões**, v. 4, n. 1, p. 90-98, 2006.

SATINOFF, E. Neural organization and evolution of thermal regulation in mammals. **Science**, v. 201, n. 4350, p. 16-22, 1978.

SATINOFF, E. Behavioral thermoregulation in the cold. **Comprehensive Physiology**, p. 481-505, 2010.

SAWKA, Michael N. *et al.* Integrated physiological mechanisms of exercise performance, adaptation, and maladaptation to heat stress. **Comprehensive Physiology**, v. 1, n. 4, p. 1883-1928, 2011.

\_\_\_\_\_ ; CHEUVRONT, Samuel N.; KENEFICK, Robert W. High skin temperature and hypohydration impair aerobic performance. **Experimental physiology**, v. 97, n. 3, p. 327-332, 2012.

SCARPERI, Mario; BLEICHERT, Adolf. Non-thermal influences on thermoregulatory behaviour. **Journal of Thermal Biology**, v. 8, n. 1-2, p. 179-181, 1983.

SHAMS-NATERI, Ali; KAZEMIAN, Samane; PIRI, Negin. Nano-TiO<sub>2</sub> coated cotton fabrics with temperature regulating properties. **The Journal of The Textile Institute**, p. 1-8, 2020.

SHIBASAKI, Manabu; WILSON, Thad E.; CRANDALL, Craig G. Neural control and mechanisms of eccrine sweating during heat stress and exercise. **Journal of applied physiology**, v. 100, n. 5, p. 1692-1701, 2006.

SCHMIDT, A. *et al.* Comfort testing and fit analysis of military textiles. In: **Performance Testing of Textiles**. Woodhead Publishing, 2016. p. 25-37.

SCHLADER, Zachary J.; STANNARD, Stephen R.; MÜNDEL, Toby. Human thermoregulatory behavior during rest and exercise—a prospective review. **Physiology & behavior**, v. 99, n. 3, p. 269-275, 2010.

\_\_\_\_\_. Human temperature regulation when given the opportunity to behave. **European journal of applied physiology**, v. 113, n. 5, p. 1291-1301, 2013.

\_\_\_\_\_. The independent roles of temperature and thermal perception in the control of human thermoregulatory behavior. **Physiology & behavior**, v. 103, n. 2, p. 217-224, 2011.

\_\_\_\_\_. Skin temperature as a thermal controller of exercise intensity. **European journal of applied physiology**, v. 111, n. 8, p. 1631-1639, 2011.

\_\_\_\_\_. Exercise modality modulates body temperature regulation during exercise in uncompensable heat stress. **European journal of applied physiology**, v. 111, n. 5, p. 757-766, 2011.

\_\_\_\_\_. Orderly recruitment of thermoeffectors in resting humans. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, v. 314, n. 2, p. R171-R180, 2018.

\_\_\_\_\_ Behavioral thermoregulation in older adults with cardiovascular co-morbidities. **Temperature**, v. 5, n. 1, p. 70-85, 2018.

\_\_\_\_\_ Activation of autonomic thermoeffectors preceding the decision to behaviourally thermoregulate in resting humans. **Experimental Physiology**, v. 101, n. 9, p. 1218-1229, 2016.

\_\_\_\_\_. Hemodynamic responses upon the initiation of thermoregulatory behavior in young healthy adults. **Temperature**, v. 3, n. 2, p. 271-285, 2016.

\_\_\_\_\_. Orderly recruitment of thermoeffectors in resting humans. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, v. 314, n. 2, p. R171-R180, 2018.

\_\_\_\_\_ J.; STANNARD, Stephen R.; MÜNDEL, Toby. Evidence for thermoregulatory behavior during self-paced exercise in the heat. **Journal of Thermal Biology**, v. 36, n. 7, p. 390-396, 2011.

\_\_\_\_\_ VARGAS, Nicole T. Regulation of body temperature by autonomic and behavioral thermoeffectors. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 47, n. 2, p. 116-126, 2019.

SMOLANDER, Juhani; KORHONEN, Olli; ILMARINEN, Raija. Responses of young and older men during prolonged exercise in dry and humid heat. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 61, n. 5-6, p. 413-418, 1990.

SPERLICH, Billy *et al.* Exercising in a hot environment: which T-shirt to wear?. *Wilderness & Environmental Medicine*, v. 24, n. 3, p. 211-220, 2013.

STANNARD, Alicja B. *et al.* Effects of wearing a cooling vest during the warm-up on 10-km run performance. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 25, n. 7, p. 2018-2024, 2011.

STAPLETON, Jill M.; HARDCASTLE, Stephen G.; KENNY, Glen P. The influence of activewear worn under standard work coveralls on whole-body heat loss. **Journal of occupational and environmental hygiene**, v. 8, n. 11, p. 652-661, 2011.

SULLIVAN, P. J. An improved method for determining clothing microenvironment volume. In: **Proc. Annual Conf. of the Human Factors Association of Canada**. 1985. p. 67-70.

TANSEY, Etain A.; JOHNSON, Christopher D. Recent advances in thermoregulation. **Advances in physiology education**, 2015.

TATTERSON, Abbey J. *et al.* Effects of heat stress on physiological responses and exercise performance in elite cyclists. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 3, n. 2, p. 186-193, 2000.

TAYLOR, Nigel; WERNER, J.; MEKJAVIC, Igor B. Concepts in physiological regulation: a thermoregulatory perspective. 2008.

TOKURA, H. The effects of different clothing on human thermoregulation at an ambient temperature of 34°C. **Trans Menzies Foundation.**, v. 14, p. 279-281, 1987.

TRUCCOLO, Adriana Barni; MADURO, Paula Bertaso Andreatta; FEIJÓ, Eduardo Aguirre. Fatores motivacionais de adesão a grupos de corrida. Motriz. **Journal of Physical Education**. UNESP, p. 108-114, 2008.

TUCKER, R. *et al.* Impaired exercise performance in the heat is associated with an anticipatory reduction in skeletal muscle recruitment. **Pflügers Archiv European Journal of Physiology**, v. 448, n. 4, p. 422-430, 2004.

\_\_\_\_\_. The rate of heat storage mediates an anticipatory reduction in exercise intensity during cycling at a fixed rating of perceived exertion. **The Journal of physiology**, v. 574, n. 3, p. 905-915, 2006.

VAN BEAUMONT, W.; BULLARD, Robert W. Sweating: direct influence of skin temperature. **Science**, v. 147, n. 3664, p. 1465-1467, 1965.

VARGAS, Nicole T. *et al.* Skin wettedness is an important contributor to thermal behavior during exercise and recovery. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 315, n. 5, p. R925-R933, 2018.

\_\_\_\_\_.; SCHLADER, Zachary J. Physiological benefits likely underlie the systematic recruitment of thermoeffectors. **Temperature**, v. 5, n. 3, p. 199-201, 2018.

VIHMA, Timo. Effects of weather on the performance of marathon runners. **International journal of biometeorology**, v. 54, n. 3, p. 297-306, 2010.

WEBB, Marquitta C.; SALANDY, Sinead T.; BECKFORD, Safiya E. Monitoring hydration status pre-and post-training among university athletes using urine color and weight loss indicators. **Journal of American College Health**, v. 64, n. 6, p. 448-455, 2016.

WEGELIN, Jacob A.; HOFFMAN, Martin D. Variables associated with odds of finishing and finish time in a 161-km ultramarathon. **European Journal of Applied Physiology**, v. 111, n. 1, p. 145-153, 2011.

WETSEL, William C. Sensing hot and cold with TRP channels. **International Journal of Hyperthermia**, v. 27, n. 4, p. 388-398, 2011.

WILSON, Thad E. Renal sympathetic nerve, blood flow, and epithelial transport responses to thermal stress. **Autonomic Neuroscience**, v. 204, p. 25-34, 2017.

WONG, Angela *et al.* Application of rutile and anatase onto cotton fabric and their effect on the NIR reflection/surface temperature of the fabric. **Solar Energy Materials and Solar Cells**, v. 134, p. 425-437, 2015.

YAO, Ye *et al.* Experimental study on skin temperature and thermal comfort of the human body in a recumbent posture under uniform thermal environments. **Indoor and Built Environment**, v. 16, n. 6, p. 505-518, 2007.

ZHANG, Hui *et al.* Thermal sensation and comfort models for non-uniform and transient environments, part III: Whole-body sensation and comfort. **Building and Environment**, v. 45, n. 2, p. 399-410, 2010.



ZHANG, Xianghui; LI, Jun. Effects of clothing ventilative designs on thermoregulatory responses during exercise. In: **2010 International Conference on Biomedical Engineering and Computer Science**. IEEE, 2010. p. 1-4.

ZHAO, Yijie *et al.* Comparison of heat strain recovery in different anti-heat stress clothing ensembles after work to exhaustion. **Journal of thermal biology**, v. 69, p. 311-318, 2017.

## ANEXOS

### ANEXO 1 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O Sr. está sendo convidado a participar como voluntário da pesquisa intitulada **“Impacto das diferentes camisas de corrida com proteção Ultravioleta nos ajustes termorregulatórios em um protocolo de corrida associado a radiação solar artificial”**. O intuito da pesquisa é verificar se existe diferenças nas respostas termorregulatórias entre dois tipos de uniforme em um protocolo de corrida de 10 quilômetros em clima quente associado a radiação solar artificial. A oferta comercial de vestimentas que oferecem benefício termorregulatório associado a um grande número de eventos de corrida presentes em Viçosa e região despertam interesse em estudar esses temas, de forma que este trabalho possa aumentar o número de publicações a respeito do tema na área.

Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos metodológicos em **4 sessões PRESENCIAIS**:

→ **1ª Sessão - Sessão preliminar (Duração de 40-60 minutos):**

- ✓ Você deverá chegar ao laboratório às 07:00 (sete horas).
- ✓ Na primeira sessão será explicado do protocolo experimental ao qual será submetido, seguindo orientação sobre o tipo de roupa a ser usada durante o exercício.
- ✓ Assinatura do TCLE
- ✓ Em seguida serão realizadas medidas antropométricas (peso e estatura), medida da composição corporal por meio da medida da espessura de 7 dobras cutâneas (tríceps, peitoral, subaxilar, suprailíaca, abdominal, coxa e perna);
- ✓ Aplicação do questionário Physical Activity Readness Questionnaire (PARQ) e o *International PhysicalActivity Questionnaire* (IPAQ).
- ✓ Realização de exercício progressivo em esteira para determinação do VO2max da amostra estudada.

→ **2ª Sessão – Familiarização (40-80 minutos):**

- ✓ Você deverá chegar ao laboratório às 07:00 (sete horas).

- ✓ Em seguida você fornecerá uma amostra de urina, em recipiente adequado.
- ✓ Logo em seguida, será realizada a pesagem (vestindo somente a sunga) e pesagem de suas roupas.
- ✓ Serão testados os sensores de temperatura da pele e um monitor cardíaco.
- ✓ Seguindo para um período de repouso de 10 - 30 minutos (posição supina sobre colchonete) para verificação dos dados basais. Durante o repouso serão analisados a pressão arterial, o conforto térmico e a sensação térmica.
- ✓ Após o repouso, você seguirá para esteira, permanecendo por mais 10 (dez) minutos em repouso sobre o equipamento.
- ✓ Ao fim dos 10(dez) minutos de repouso sobre a esteira você iniciará o exercício de familiarização por (cinco) quilômetros.
- ✓ Você terá acesso livre ao visor do aparelho e ao controlador da velocidade.
- ✓ Durante a sessão será aferida a temperatura da pele e frequência cardíaca.
- ✓ A pressão arterial será coletada a cada 1 (um) quilômetro.
- ✓ As escalas de percepção de esforço, conforto térmico e sensação térmica serão aplicadas a cada quilômetro.
- ✓ A velocidade também será anotada com intervalos de 1 (um) quilômetro.
- ✓ Após o fim da sessão você será pesado (vestindo somente a sunga) assim como suas roupas.
- ✓ Em seguida você permanecerá mais 10 (dez) minutos em repouso (posição supina) sendo que a coleta dos dados seguirá o mesmo padrão do período de exercício físico.
- ✓ Você receberá um Recordatório alimentar para entregar nas sessões posteriores a essa.

→ **3ª e 4ª Sessão – Coleta de dados (130 - 150 minutos):**

- ✓ Você deverá chegar ao laboratório às 07:00 (sete horas).
- ✓ Em seguida você fornecerá uma amostra de urina, em recipiente

adequado.

- ✓ Logo em seguida, será realizada a pesagem (vestindo somente a sunga) e pesagem de suas roupas.
- ✓ Entregará o Recordatório alimentar para análise do responsável pela pesquisa.
- ✓ Serão testados os sensores de temperatura gastrointestinal e da pele e um monitor cardíaco.
- ✓ Seguindo para um período de repouso de 10 minutos (posição supina sobre colchonete) para verificação dos dados basais. Durante o repouso serão analisados a pressão arterial, o conforto térmico e a sensação térmica.
- ✓ Após o repouso, você seguirá para esteira, permanecendo por mais 10 (dez) minutos em repouso sobre o equipamento.
- ✓ Ao fim dos 10(dez) minutos de repouso sobre a esteira você iniciará o protocolo de exercício de 10 (dez) quilômetros.
- ✓ Você terá acesso livre ao visor do aparelho e ao controlador da velocidade.
- ✓ Durante a sessão será aferida a temperatura gastrointestinal, a temperatura da pele e frequência cardíaca.
- ✓ A pressão arterial será coletada a cada 1 (um) quilômetro.
- ✓ As escalas de percepção de esforço, conforto térmico e sensação térmica serão aplicadas a cada 1 (um) quilômetro.
- ✓ A velocidade também será anotada com intervalos de 1 (um) quilômetro.
- ✓ Após o fim da sessão você será pesado (vestindo somente a sunga) assim como suas roupas.
- ✓ Em seguida você permanecerá mais 10 (dez) minutos em repouso (posição supina) sendo que a coleta dos dados seguirá o mesmo padrão do período de exercício físico.

Após o intervalo mínimo de 72 (setenta e duas) horas, você realizará outra sessão seguindo os mesmos procedimentos, porém, com outro uniforme de corrida selecionado aleatoriamente pelo pesquisador.

Os riscos envolvidos na pesquisa consistem em riscos comuns associados a

qualquer prática de atividades físicas intensas, como, por exemplo, a sensação de cansaço, sensação de calor (pela condição hipertérmica do ambiente) e de fadiga muscular e respiratória. Para minimizar tais fatores, é importante que o repouso seja adequado e que nenhuma atividade física de alta intensidade, principalmente, seja realizada no período de 72 horas antecedentes ao protocolo e, ainda, você receberá instruções acerca de procedimentos prévios, como de hidratação, alimentação, sono. Além disso, **você poderá interromper o exercício a qualquer momento.**

Após a pesquisa, você terá acesso aos resultados e poderá fazer contato com os pesquisadores a qualquer momento, caso sintam necessidade. A pesquisa poderá contribuir para o entendimento do tipo de vestimenta a ser utilizada durante a realização de uma prova de corrida em clima ensolarado, sendo este um importante fator que poderá trazer uma melhor compreensão durante a prescrição de exercícios ou, ainda, em treinamentos e competições, quando em exercício nessas condições.

Para participar deste estudo, você deverá autorizar e assinar este TERMO DE CONSENTIMENTO. O participante não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa, o participante tem assegurado o direito à indenização. O participante tem garantida plena liberdade de recusar-se a participar, de retirar o consentimento ou interromper a participação dele em qualquer fase da pesquisa, sem necessidade de comunicado prévio. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que você será atendido (a) e orientado (a) pelo pesquisador.

Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O participante **não será identificado (a)** em nenhuma publicação que possa resultar. O nome do participante ou o material que indique a sua participação não será liberado sem a sua permissão.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, no Laboratório de *Performance Humana* – LAPEH/UFV e a outra será fornecida a você. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa, e depois desse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a identidade do participante com padrões profissionais de sigilo e confidencialidade, atendendo à legislação brasileira, em especial, à Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, e utilizarão as

informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Eu, \_\_\_\_\_,  
contato \_\_\_\_\_, fui informado (a) dos  
objetivos da pesquisa " **Impacto do uso de uma camisa de corrida com proteção  
ultravioleta nos ajustes termorregulatórios em um protocolo de corrida associado  
a radiação solar artificial**" de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas.  
Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e poderei modificar  
minha decisão sobre a participação do voluntário se assim o desejar. Já assinado o  
termo de consentimento, declaro que concordo que o voluntário sob minha  
responsabilidade participe desta pesquisa. Recebi uma via deste termo de  
consentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Viçosa, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_.

---

Assinatura do responsável

---

Assinatura do Pesquisador

Nome do Pesquisador Responsável: Prof. Dr. Thales Nicolau Prímola Gomes

Endereço: Departamento de Educação Física, Av. PH Rolfs s/nº, Campus Universitário

Telefone: 31- 38992766 Email:

thales.gomes@ufv.br

Em caso de discordância ou irregularidades sob o aspecto ético desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP/UFV – Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos Universidade Federal  
de Viçosa

Edifício Arthur Bernardes, piso inferior Av. PH Rolfs, s/n –

Campus Universitário Cep: 36570-900 Viçosa/MG

Telefone: (31)3899-2492 Email: cep@ufv.br

[www.cep.ufv.br](http://www.cep.ufv.br)

**ANEXO 2 - QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA –  
IPAQ - VERSÃO CURTA - Nome: \_\_\_\_\_**

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

Para responder as questões lembre que:

- atividades físicas VIGOROSAS são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar MUITO mais forte que o normal
- atividades físicas MODERADAS são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar UM POUCO mais forte que o normal.
- Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza por pelo menos 10 minutos contínuos de cada vez.

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

dias\_por SEMANA ( ) Nenhum

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

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

dias\_por SEMANA ( ) Nenhum

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

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

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



dias\_por SEMANA ( ) Nenhum

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

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

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

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

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

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

**ANEXO 3 - QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO PARA ATIVIDADE FÍSICA (PAR-Q)**

SIM	NÃO	
		1. Alguma vez seu médico disse que você possui algum problema cardíaco e recomendou que você só praticasse atividade física sob prescrição médica?
		2. Você sente dor no tórax quando pratica uma atividade física?
		3. No último mês você sentiu dor torácica quando não estava praticando atividade física?
		4. Você perdeu o equilíbrio em virtude de tonturas ou perdeu a consciência quando estava praticando atividade física?
		5. Você tem algum problema ósseo ou articular que poderia ser agravado com a prática de atividades físicas?
		6. Seu médico já recomendou o uso de medicamentos para controle da sua pressão arterial ou condição cardiovascular?
		7. Você tem conhecimento de alguma outra razão física que o impeça de participar de atividades físicas?

**ANEXO 4 - ANAMNESE**

NOME: \_\_\_\_\_

IDADE: \_\_\_\_\_

TEL: \_\_\_\_\_

PESO:

ESTATURA

SEXO: (M) (F)

Você é hipertenso?

Você faz uso de algum tipo de droga? Qual (s)?

Você utiliza algum remédio com periodicidade? Qual (s)?

Você utiliza algum suplemento termogênico? Qual (s)

Você ingere bebida alcoólica? Você é fumante?

Você é diabético?

Você tem alguma complicação de saúde que impeça a prática de exercícios físicos? Qual (s)?

Você tem problemas para respirar?

Você tem alguma complicação cardíaca?

Você tem restrição para ingerir algum alimento? Qual(s)?

Você pratica algum exercício físico regularmente?

Qual seu principal meio de deslocamento?

Profissão

Você tem problemas para dormir?

Quantas horas de sono você tem em média por noite?

Você acredita que durma tempo suficiente?

Você se sente descansado (a) após o despertar?

---

Assinatura

**ANEXO 5**

<b>ESCALA DE PERCEPÇÃO DE ESFORÇO DE BORG</b>	
<b>6</b>	<b>MUITO FÁCIL</b>
<b>7</b>	
<b>8</b>	
<b>9</b>	<b>FÁCIL</b>
<b>10</b>	
<b>11</b>	<b>RELATIVAMENTE FÁCIL</b>
<b>12</b>	
<b>13</b>	<b>RELATIVAMENTE CANSATIVO</b>
<b>14</b>	
<b>15</b>	<b>CANSATIVO</b>
<b>16</b>	
<b>17</b>	<b>MUITO CANSATIVO</b>
<b>18</b>	
<b>19</b>	<b>EXAUSTO</b>
<b>20</b>	

**ANEXO 6****ESCALA DE CONFORTO E SENSAÇÃO TÉRMICA****CONFORTO TÉRMICO**

<b>1</b>	<b>CONFORTÁVEL</b>
<b>2</b>	<b>LEVEMENTE DESCONFORTÁVEL</b>
<b>3</b>	<b>DESCONFORTÁVEL</b>
<b>4</b>	<b>MUITO DESCONFORTÁVEL</b>

**SENSAÇÃO TÉRMICA**

<b>+</b>	<b>3</b>	<b>MUITO QUENTE</b>
<b>+</b>	<b>2</b>	<b>QUENTE</b>
<b>+</b>	<b>1</b>	<b>LEVEMENTE QUENTE</b>
	<b>0</b>	<b>NEUTRO</b>
<b>-</b>	<b>1</b>	<b>LEVEMENTE FRIO</b>
<b>-</b>	<b>2</b>	<b>FRIO</b>
<b>-</b>	<b>3</b>	<b>MUITO FRIO</b>