

**O USO DE CAMISA UV DURANTE O EXERCÍCIO FÍSICO NO CALOR FAVORECE A TERMORREGULAÇÃO E O DESEMPENHO FÍSICO DE CORREDORES?**

Emanuel Mattos Della Lucia<sup>1</sup>, William Martins Januário<sup>1</sup>, Leonardo Mateus Teixeira de Rezende<sup>2</sup>  
Bruna Aparecida Fonseca Silva<sup>1</sup>, João Carlos Bouzas Marins<sup>1</sup>, Luciano Bernardes Leite<sup>2</sup>  
Antônio José Natali<sup>2</sup>, Thales Nicolau Primola Gomes<sup>1,2</sup>

**RESUMO**

**Introdução:** Praticar exercícios têm se tornado cada vez mais desafiador devido às constantes ondas de calor. Nesse cenário, o uso de tecnologias, como as vestimentas esportivas, pode auxiliar os praticantes a melhorar o desempenho e evitar enfermidades pelo calor, como o choque hipertérmico. **Objetivo:** Avaliar os efeitos do uso de uma camisa com proteção ultravioleta (UV) sobre a termorregulação o desempenho de corrida em um ambiente quente e com radiação solar. **Materiais e Métodos:** Nove homens (28,0±6,8 anos) realizaram duas sessões de exercício autorregulado (10km) em ambiente quente com radiação solar (32°C), usando camisas da cor preta sem (SUV) e com (CUV) UV. As principais variáveis analisadas foram as temperaturas interna ( $T_{\text{gastrointestinal}}$ ), corporal ( $T_{\text{corporal}}$ ) e da pele ( $T_{\text{pele}}$ ), a taxa de acúmulo de calor (TAC), a taxa de trabalho realizado (TTR), a frequência cardíaca (FC), a percepção subjetiva do esforço (PSE), o conforto térmico (CT) e a sensação térmica (ST). **Resultados:** Não foram observadas diferenças na  $T_{\text{gastrointestinal}}$ , na  $T_{\text{pele}}$ , na  $T_{\text{corporal}}$ , na TAC, na TTR, na FC, na PSE, no CT e na ST entre os grupos SUV e CUV ( $p>0,05$ ), havendo aumentos em relação ao repouso a partir de 1km ( $p<0,05$ ), com exceção do CT e da ST que aumentaram a partir de 3km ( $p<0,05$ ). Em relação à TTR, ocorreram reduções significativas e semelhantes entre as sessões em relação ao início do exercício a partir de 4km. **Conclusões:** O uso de uma camisa com proteção UV durante o exercício físico não favoreceu a termorregulação e o desempenho dos corredores.

**Palavras-chave:** Vestimenta. Aquecimento global. Ondas de calor. Hipertermia. Atividade Física.

1 - Laboratório de Performance Humana, Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

**ABSTRACT**

Does the use of a UV shirt during physical exercise in the heat improves thermoregulation and physical performance in runners?

**Introduction:** Exercising has become increasingly challenging due to constant heat waves. In this scenario, the use of technologies, such as sportswear, can help practitioners to improve their performance and avoid heat illness, such as heat stroke. **Objective:** To evaluate the effects of wearing a shirt with ultraviolet (UV) protection on thermoregulation and running performance in a hot environment with solar radiation. **Materials and Methods:** Nine men (28.0±6.8 years) performed two sessions of self-regulated exercise (10km) within a hot environment with solar radiation (32°C), using black shirt without (SUV) or with (CUV) UV. Main variables analyzed were internal temperature ( $T_{\text{gastrointestinal}}$ ), body temperature ( $T_{\text{body}}$ ), skin temperature ( $T_{\text{skin}}$ ), heat storage rate (HSR), work performance rate (WPR), heart rate (HR), rate of perceived exertion (RPE), thermal comfort (TC), and thermal sensation (TS). **Results:** There were no differences between SUV and CUV groups in  $T_{\text{gastrointestinal}}$ ,  $T_{\text{skin}}$ ,  $T_{\text{body}}$ , HSR, WPR, HR, RPE, TC, and TS ( $p>0.05$ ). However, it was observed an increase in  $T_{\text{gastrointestinal}}$ ,  $T_{\text{skin}}$ ,  $T_{\text{body}}$ , HSR, WPR, HR, and RPE, after 1km in relation to baseline ( $p<0.05$ ). Besides, TC and ST increased after 3km in relation to baseline ( $p<0.05$ ). Regarding WPR, there were significant and similar reductions between sessions in relation to the beginning of the exercise from 4km onwards. **Conclusions:** The use of a shirt with UV protection during physical exercise did not improve thermoregulation and the performance of runners.

**Key words:** Clothing. Global Warming. Heat Wave. Hyperthermia. Physical Activity.

## INTRODUÇÃO

O cenário atual de aquecimento global e do aumento das ondas de calor relacionadas a este é preocupante, trazendo novos desafios termorregulatórios à vida humana (Li e colaboradores, 2013).

Por exemplo, durante o verão de 2003 a Europa experienciou uma das mais intensas ondas de calor da história, estimando-se que cerca de 40.000 pessoas morreram (Garcia-Herrera e colaboradores, 2010).

Mais recentemente, na França foram medidas temperaturas acima de 45°C pela primeira vez na história (Xu e colaboradores, 2020).

Assim, neste novo cenário de ambientes cada vez mais quentes, praticar exercícios físicos e esportes em geral têm se tornado cada vez mais desafiador à homeostase térmica corporal.

Durante os estágios iniciais do exercício agudo em ambientes quentes, o balanço térmico é temporariamente perdido, devido às maiores taxas de produção de calor em relação às de dissipação, levando ao acúmulo de calor (Cramer e Jay, 2016).

Com o passar do tempo, os mecanismos termorregulatórios comportamentais e autonômicos são ativados de forma a aumentar a dissipação e manter o balanço térmico (González-Alonso e colaboradores, 2000).

Nestas condições, o acúmulo de calor corporal, dependente de fatores como a intensidade/duração do exercício e a carga térmica do ambiente (Otani e colaboradores, 2016), leva à redução do desempenho físico (Park e colaboradores, 2017).

Por exemplo, um trabalho anterior mostrou que durante o campeonato mundial de ciclismo de estrada da UCI de 2016, 85% dos ciclistas avaliados atingiram valores de temperatura central de pelo menos 39°C e 25% excederam 40°C (Racinais e colaboradores, 2019).

Portanto, o acúmulo de calor corporal sem a devida regulação representa uma ameaça à homeostase e, conseqüentemente, à saúde humana, especialmente em ambientes quentes (Ramanathan, 1964).

Além disso, é conhecido pela ciência que os termoeffetores autonômicos, ou seja, vasomotor e sudomotor, são limitados e geram maior dispêndio energético (Morrison e Nakamura, 2019).

Por outro lado, os termoeffetores comportamentais, como, por exemplo, o uso de tecnologias de vestimentas esportivas, são ilimitados e menos dispendiosos energeticamente (Havenith, 2001).

Neste contexto, o uso de tecnologias, como as diversas vestimentas esportivas utilizadas para o treinamento e a competição no calor, pode auxiliar os atletas a melhorar o desempenho e evitar os acometimentos decorrentes do calor, como o choque hipertérmico (Davis e Bishop, 2013).

A eficácia das diferentes vestimentas está associada às suas características, que vão desde a tecnologia empregada, até as cores selecionadas (Brode e colaboradores, 2013).

No que se refere ao exercício no calor, espera-se que a vestimenta facilite a dissipação de calor corporal, atenuando assim a hipertermia induzida pela associação entre a produção metabólica de calor aumentada e o ambiente quente (Kakitsuba e colaboradores, 1987).

Uma das tecnologias atualmente bastante utilizadas, principalmente por corredores, é a das vestimentas com proteção ultravioleta - UV (Nateri e colaboradores, 2020).

O uso de dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>) nestas vestimentas favorece a absorção de ondas UV-A e UV-B na região empregada ao tecido. Conseqüentemente, a aplicação de TiO<sub>2</sub> a tecidos esportivos promete um resfriamento da superfície da roupa, além de refletir a incidência de raios UV (Kakitsuba e colaboradores, 1987).

No entanto, até o momento, os estudos que objetivaram avaliar as vestimentas UV nos esportes, o fizeram principalmente sob a ótica dos efeitos deletérios da radiação solar, principalmente aqueles associados ao câncer de pele (Wolf e colaboradores, 2020).

Assim, até onde vai o nosso conhecimento, não é conhecido se o uso das vestimentas UV poderia favorecer o equilíbrio térmico e, em última análise, o desempenho durante o exercício físico no calor sob incidência de radiação solar.

Assim, o presente trabalho avaliou os efeitos do uso de uma camisa com proteção UV sobre a termorregulação e o desempenho de corrida em um ambiente quente e com radiação solar.

Foi testada a hipótese de que a utilização da camisa UV poderia favorecer os ajustes termorregulatórios autonômicos e comportamentais, atenuando assim a

hipertermia associada ao exercício e ao ambiente e, em última análise, melhorar o desempenho de corredores.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Amostra

A amostra foi composta por nove homens saudáveis, da cidade de Viçosa – MG, com idades de  $28,0 \pm 6,8$  anos. Os critérios de inclusão foram: homens saudáveis e fisicamente ativos, considerando o Physical Activity Readiness Questionnaire - PAR-Q e o International Physical Activity Questionnaire - IPAQ; idades entre 18 e 39 anos; realizar treinamento regular de corrida durante a semana, com pelo menos 10km por dia de treino.

Os critérios de exclusão foram: deficiência de qualquer natureza; fumantes; presença de complicações cardiovasculares ou pulmonares diagnosticadas; presença de sobrepeso/obesidade; presença de diabéticos: glicemia em jejum acima de 126 mg/dl (Sociedade Brasileira de diabetes, 2017), histórico de injúrias térmicas; presença de calvície.

O presente trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética de Estudos com Humanos da Universidade Federal de Viçosa (CAAE: 20080619.0.0000.5153) e os voluntários assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE.

### Procedimentos experimentais

Os voluntários realizaram quatro visitas ao laboratório, sempre chegando às 7:00h da manhã e com intervalo de 48h entre as visitas.

**1ª visita.** Em sequência, foram realizados os seguintes procedimentos: Apresentação do estudo; esclarecimento de dúvidas dos voluntários; Assinatura do TCLE; Aplicação do IPAQ e do PAR-Q; Realização das medidas de estatura por meio de um estadiômetro profissional (Sanny ES2020), de massa corporal por meio de uma balança (Filizola) e de dobras cutâneas (tríceps, subescapular, peitoral, subaxilar, supra ilíaca, abdominal e coxa) por meio de um adipômetro (Cescorf®). Realização de um teste de exercício progressivo até a fadiga para a determinação do consumo máximo de  $O_2$  ( $VO_{2max}$ ). O teste consistiu em um protocolo progressivo de corrida em uma esteira ergométrica

(ECAFIX®). A velocidade inicial foi de 2,7 km/h e a inclinação de 10%, ocorrendo aumentos progressivos da inclinação (2%) e da velocidade 1,7 a 6,0 mph a cada 3 minutos.

**2ª visita.** Em sequência, foram realizados os seguintes procedimentos com o objetivo de realizar uma familiarização ao protocolo de exercício autorregulado: Sessão de exercício autorregulado (5km) em ambiente quente e com radiação solar; durante esta sessão foi realizada uma familiarização com as escalas de Percepção Subjetiva de Esforço (PSE), escalas de Sensação Térmica (ST) e Conforto Térmico (CT). Para a PSE foi utilizada uma escala variando de 6 (muito fácil) a 20 (exaustivo) (Borg, 1954). Para o CT foi utilizada uma escala variando de 1 (confortável) a 4 (muito desconfortável) (Gagge e colaboradores, 1967). Para a ST foi utilizada uma escala variando de -3 (muito frio) a +3 (muito quente) (Gagge e colaboradores, 1967). Por fim, os voluntários receberam orientações relativas à manutenção do café da manhã padrão a que estavam habituados, fazer abstenção de álcool e cafeína, além de manter a ingestão de líquidos de forma cuidadosa nos dias anteriores as próximas visitas. Os indivíduos também foram orientados a não realizar exercícios nos dias anteriores a cada visita.

**3ª e 4ª visitas.** Nestas duas visitas foram realizadas aleatoriamente as duas sessões experimentais, ou seja, uma sem camisa UV (SUV) e outra com camisa UV (CUV). Os voluntários foram submetidos a um protocolo de exercício autorregulado com distância de 10 km em ambiente quente ( $32^\circ C$ ) e com radiação solar. Um dia antes destas visitas foi entregue a cada voluntário uma cápsula telemétrica (HT150002 CorTemp® Pill) e os mesmo orientados a ingeri-la uma hora antes da chegada ao laboratório.

As sessões experimentais foram realizadas em uma sala climatizada, sendo o ambiente controlado continuamente por meio de um aparelho de ar-condicionado (Komeco, Split Hi-Wall), de aquecedores portáteis (Mondial-1500W/A-08) e de um desumidificador de ar (Cappoia).

Para simular um dia com poucas nuvens e com incidência de radiação solar, foi utilizada uma lâmpada de 500 Watts, fixada no teto da sala experimental e perpendicular em relação ao voluntário, conforme previamente descrito (Otani e colaboradores, 2016).

A umidade relativa do ar (URA) e a velocidade do vento ( $V_{vento}$ ) foram medidas por

meio de um anemômetro digital (Instrutherm - AD-250). O índice de bulbo úmido-temperatura de globo (IBUTG) foi medido por meio de um termômetro digital (AKSO - AK887).

Após chegarem ao laboratório, os voluntários forneceram uma amostra de urina para a medida da gravidade específica da urina (GEU), por meio de um refratômetro portátil (Instrutherm - RTP-20ATC), sendo o valor de corte máximo utilizado de 1.025 (Nakamae e colaboradores, 1980).

Logo após os voluntários foram pesados vestindo somente cueca e com o corpo seco. Após estes procedimentos, os voluntários permaneceram em repouso durante 30min.

Foram fixados com fita adesiva sensores para a medida da temperatura da pele ( $T_{pele}$ ), sendo esta medida a cada 100m por meio de um termômetro digital portátil (K, S-09K Instrutherm®), em quatro pontos do lado direito do corpo, a saber: peito ( $T_{peito}$ ), tríceps ( $T_{triceps}$ ), quadríceps ( $T_{quadriceps}$ ) e panturrilha ( $T_{panturrilha}$ ) (Ramanathan, 1964). A frequência cardíaca (FC) foi medida a cada 100m por meio de um frequencímetro (Xiaomi® Amazing Fit Pace).

A pressões arteriais sistólica (PAS em mmHg) e diastólica (PAD em mmHg) foram medidas em repouso por meio de um esfigmomanômetro (Tycos) e de um estetoscópio (Wan Med). A  $T_{gastrointestinal}$  foi medida a cada 100m e utilizada como índice da  $T_{interna}$ .

O registro dos valores emitidos pela cápsula telemétrica ingerida pelos voluntários foi realizado por meio de um aparelho de telemetria (HT 130042 CorTemp® DATA Recorder 262K wiHR).

De forma aleatória e velada, foram utilizadas duas camisas da cor preta, sendo uma camisa sem proteção UV composta por 100% de poliamida e com FPS 0 e uma com proteção UV composta por 100% e com FPS 50, ambas com um valor de  $Clo$  igual a 0,18.

Foi realizado um protocolo de corrida autorregulada em esteira ergométrica (Stannard e colaboradores, 2011). Os voluntários eram instruídos a completar a distância fixa de 10km no menor tempo possível, não sendo permitido que vissem a velocidade e o tempo restante para completar a tarefa. Objetivou-se demonstrar uma variação do rendimento causada pelo comportamento termorregulatório em função das camisas, além de evitar o viés competitivo relativo ao

desempenho individual (Corbett e colaboradores, 2018).

A cada 1km foram coletados os valores relativos à PSE, ao CT e à ST. Ao final do protocolo, os equipamentos foram retirados e os voluntários realizaram uma nova pesagem. Esta pesagem foi feita após os participantes serem secados uma toalha para a remoção do suor do corpo.

#### Variáveis calculadas

Percentual de gordura (%G) - O %G foi calculado a partir das dobras cutâneas medidas (Daolio, 2006; Jackson e Pollock, 1978). Para tal, primeiramente foi calculada a densidade corporal (DC), sendo  $DC = 1,112 - [0,00043499 \times (\sum 7 \text{dobras}) + 0,00000055 \times (\sum 7 \text{dobras})^2] - [0,0002882 \times (\text{idade})]$ . Logo após o %G foi calculado, sendo  $\%G = [4,95/DC] - 4,5 \times 100$ .

Pressão arterial média (PAM) - A PAM (mmHg) em repouso foi calculada por meio da equação:  $MAP = ((2 \times PAD) + PAS) / 3$ .

Perda de suor (PS) - A PS (L) foi calculada a partir da variação entre a massa corporal inicial (MCI) e final (MCF):  $PS = MCI - MCF$ .

Área de superfície corporal (ASC) - A ASC ( $m^2$ ) foi calculada de acordo com a seguinte equação (Bois e colaboradores, 1916):  $ASC = (0,007184) \times (X^{0,425}) \times (Y^{0,725})$ . Sendo: X a massa corporal (kg); Y a estatura (cm).

Área de superfície da camisa ( $AS_{camisa}$ ) - A  $AS_{camisa}$  ( $m^2$ ) foi calculada de acordo com a seguinte equação:  $AS_{camisa} = 2 \times 3,14 \times R_s \times C_s$ . Sendo:  $R_s$  = raio do segmento (cm);  $C_s$  = comprimento do segmento (cm).

Consumo máximo de  $O_2$  ( $VO_{2max}$ ) - O  $VO_{2max}$  ( $ml.Kg^{-1}.min^{-1}$ ) foi calculado de acordo com a seguinte equação:  $VO_{2max} = (3,778 \times t) + 0,19$ . Sendo t = tempo total de exercício (min).

Temperatura corporal ( $T_{corporal}$ ) - A  $T_{corporal}$  ( $^{\circ}C$ ) média foi calculada de acordo com a seguinte equação (24):  $T_{corporal} = 0,64T_{interna} + 0,36T_{pele}$ .

$T_{pele}$  - A  $T_{pele}$  ( $^{\circ}C$ ) média foi calculada de acordo com a seguinte equação (Ramanathan, 1964):  $T_{pele} = 0,2T_{peito} + 0,2T_{triceps} + 0,3T_{quadriceps} + 0,3T_{panturrilha}$ .

Taxa de acúmulo de calor (TAC) - A TAC ( $W.m^2$ ) foi calculado de acordo com a seguinte equação (Adams e colaboradores, 1992):  $TAC = (0,965 \times m \times \Delta T_{gastrointestinal}) / ASC$ . Sendo: m = massa corporal (Kg);  $\Delta T_{gastrointestinal}$

= variação da  $T_{\text{gastrointestinal}}$  ( $^{\circ}\text{C}$ ); ASC = área de superfície corporal ( $\text{m}^2$ ).

Taxa de trabalho realizado (TTR) - A TTR (W) foi calculada a cada 1000m a partir da seguinte equação:  $TTR = m \times v \times \text{sen } \alpha \times g$ . Sendo:  $m$  = massa corporal (kg);  $v$  = velocidade (m/s);  $\text{sen } \alpha$  = seno alfa da inclinação da esteira;  $g$  = aceleração da gravidade ( $9,8\text{m/s}$ ).

### Análise estatística

A avaliação da normalidade dos dados foi realizada por meio do teste de Shapiro-Wilk. As variáveis  $T_{\text{gastrointestinal}}$ ,  $T_{\text{corporal}}$ ,  $T_{\text{pele}}$ , TAC, TTR, FC, PSE, ST e CT foram avaliadas por meio de ANOVA Two-Way para medidas repetidas, seguida do Post-Hoc de Bonferroni.

As variáveis PS e ASC foram avaliadas por meio de um Teste t pareado. O IBUTG, a temperatura do ambiente ( $T_{\text{ambiente}}$ ),  $T_{\text{globo}}$ , a URA, a  $V_{\text{vento}}$  e a  $AS_{\text{camisa}}$  foram avaliadas por meio de um Teste t de Student. O nível de nível de significância adotado foi de  $\alpha = 5\%$ . Os dados são apresentados como média  $\pm$  DPM.

### RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta as características gerais da amostra avaliada, coletadas na 1ª visita ao laboratório.

Além disso, todos os voluntários foram classificados com altos níveis de atividade física de acordo com o IPAQ.

**Tabela 1** – Caracterização da amostra.

Variável		
Gordura Corporal (%)	12,0	$\pm 4,0$
Estatura (m)	1,8	$\pm 0,0$
ASC ( $\text{m}^2$ )	1,9	$\pm 0,0$
$FC_{\text{rep}}$ (bpm)	60,0	$\pm 8,1$
Idade (anos)	28,0	$\pm 6,8$
PAS (mmHg)	110,0	$\pm 10,0$
PAD (mmHg)	80,0	$\pm 9,2$
Peso (kg)	72,8	$\pm 6,2$
$VO_{2\text{max}}$ ( $\text{mL}\cdot\text{Kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ )	57,7	$\pm 4,4$

ASC = Área de Superfície Corporal;  $FC_{\text{rep}}$  = Frequência Cardíaca de Repouso; PAD = Pressão Arterial Diastólica; PAS = Pressão Arterial Sistólica;  $VO_{2\text{max}}$  = Consumo Máximo de Oxigênio. Média  $\pm$  DPM.

A Tabela 2 apresenta os dados relativos aos parâmetros ambientais durante os experimentos SUV e CUV. Como observado na tabela, não houve diferenças nos ambientes entre as duas sessões experimentais.

Como parâmetro de controle foi avaliada a GEU, sendo que os valores foram semelhantes e dentro da faixa de corte para iniciar os experimentos nas sessões ( $1.007,5 \pm 7,3\text{g/mL}$ ) e CUV ( $1.005,3 \pm 3,7\text{g/mL}$ ). Durante o protocolo houve perda significativa e semelhante de massa corporal entre as sessões SUV (MCI:  $75,06 \pm 6,07$  vs. MCF:  $73,84 \pm 6,32\text{kg}$ ;  $p < 0,05$ ) e CUV (MCI:  $75,26 \pm 6,09$  vs. MCF:  $73,86 \pm 5,99\text{kg}$ ;  $p < 0,05$ ).

**Tabela 2** - Parâmetros ambientais durante os experimentos SUV e CUV.

Variável	SUV	CUV
IBUTG ( $^{\circ}\text{C}$ )	$32,8 \pm 0,9$	$33,2 \pm 0,4$
$T_{\text{ambiente}}$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$31,8 \pm 0,9$	$32,2 \pm 0,4$
URA (%)	$61,7 \pm 3,4$	$61,6 \pm 5,0$
$V_{\text{vento}}$ (km/h)	$0,0 \pm 0,0$	$0,0 \pm 0,0$

**Legenda:** IBUTG = Bulbo Úmido-Temperatura de Globo;  $T_{\text{ambiente}}$  = Temperatura Seca do Ambiente na sala experimental; URA = Umidade Relativa do Ar;  $V_{\text{vento}}$  = Velocidade do vento na sala experimental. SUV: Camisa sem proteção UV; CUV: camisa com proteção UV. Média  $\pm$  DP.

Desta forma, a PS também foi semelhante entre as sessões (SUV:  $1,22 \pm 0,40$  vs. CUV:  $1,40 \pm 0,58\text{L}$ ;  $p > 0,05$ ).

Foi calculada também a  $AS_{\text{camisa}}$ , sendo que esta foi semelhante entre as sessões SUV e CUV (SUV:  $0,95 \pm 0,1\text{m}^2$  vs. CUV:  $0,92 \pm 0,0\text{m}^2$ ;  $p > 0,05$ ).

Estes valores representaram 50,53% e 48,93% da ASC total que foi coberta pelas camisas nas sessões SUV e CUV, respectivamente.

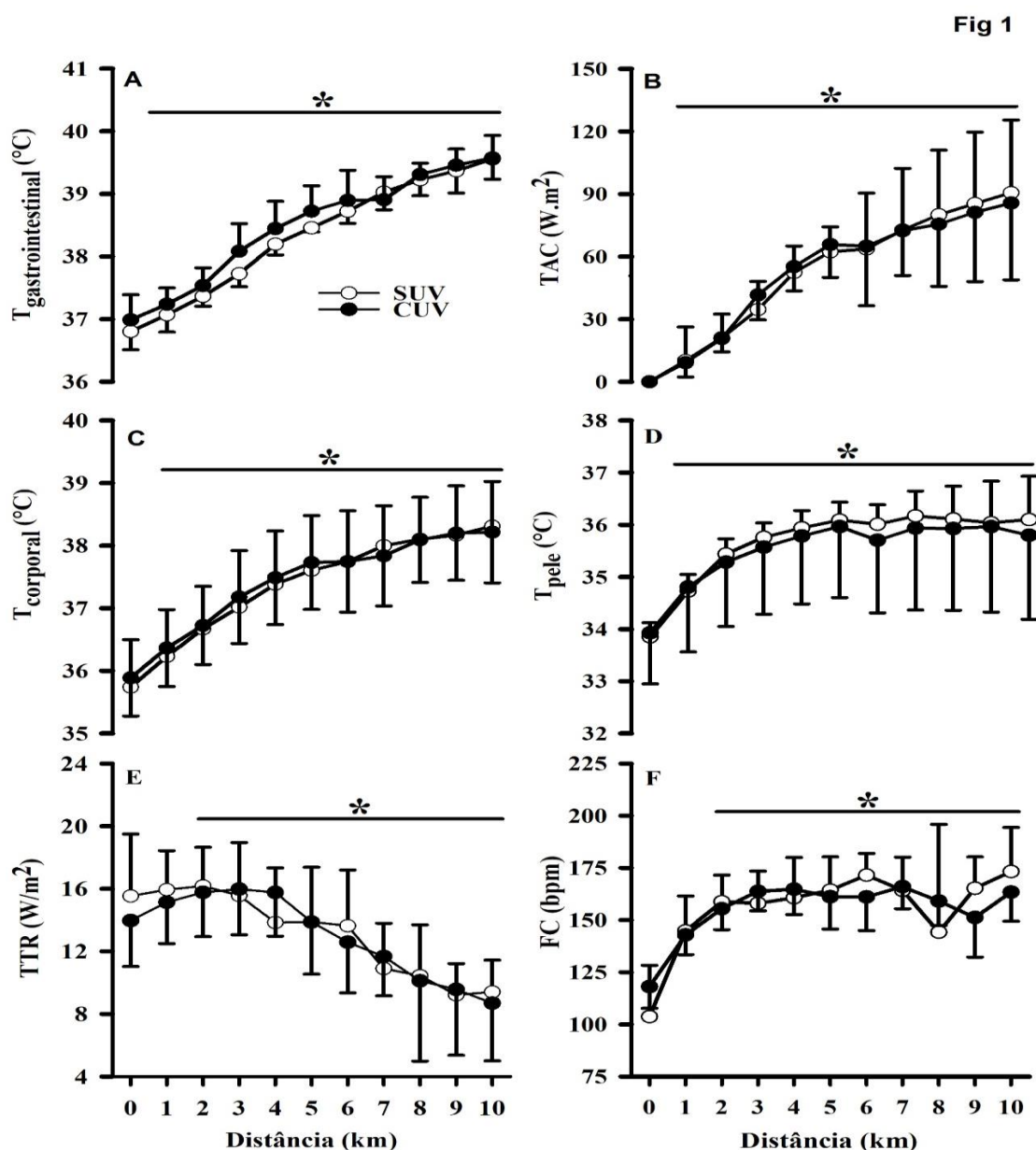
Em relação ao tempo total para percorrer os 10km do protocolo, não foram observadas diferenças entre as sessões SUV e CUV (SUV:  $74,4 \pm 12,9\text{min}$  vs. CUV:  $69,5 \pm 13,9\text{min}$ ;  $p > 0,05$ ).

A figura 1 apresenta os comportamentos da  $T_{\text{gastrointestinal}}$  (A), da TAC (B), da  $T_{\text{corporal}}$  (C), da  $T_{\text{pele}}$  (D), da TTR (E) e da FC (F) durante o exercício autorregulado de 10km em ambiente quente e com radiação

solar. Conforme observado, não foram encontradas diferenças ao longo do tempo entre as sessões SUV e CUV para as variáveis analisadas ( $p>0,05$ ).

Em ambas as sessões, a  $T_{\text{gastrointestinal}}$ , a  $T_{\text{pele}}$ , a  $T_{\text{corporal}}$ , a TAC e a FC aumentaram em

relação ao repouso a partir de 1km. Com relação ao comportamento da TTR, ocorreram reduções significativas e semelhantes entre as sessões em relação ao início do protocolo a partir de 4km.

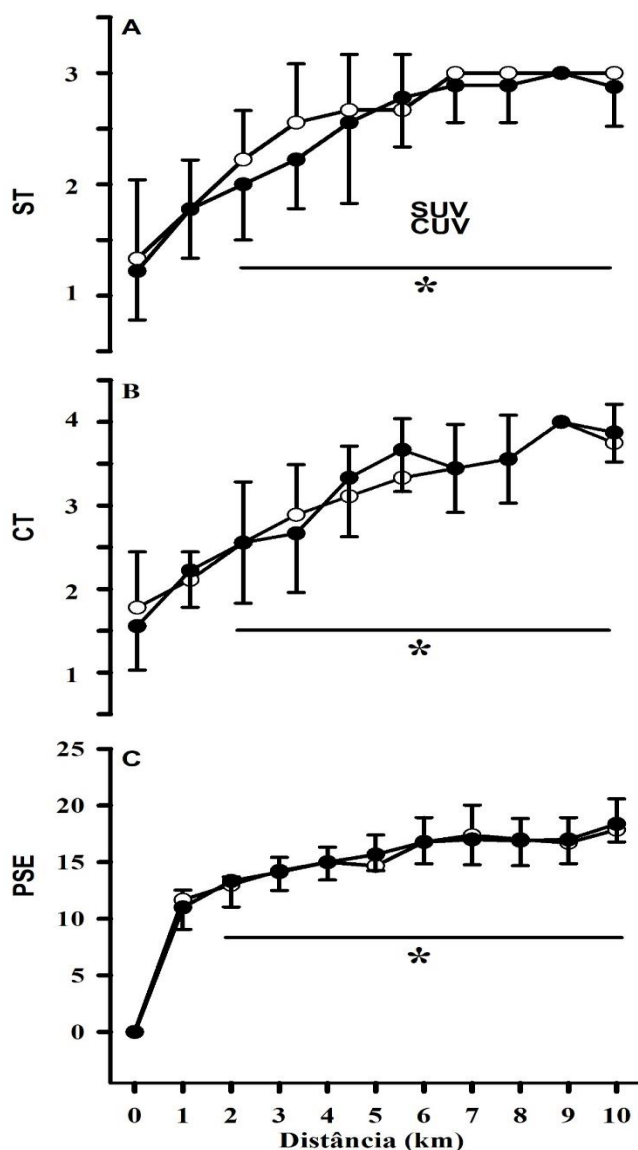


**Figura 1** - Ajustes da temperatura gastrointestinal -  $T_{\text{gastrointestinal}}$  (A), da taxa de acúmulo de calor - TAC (B), da temperatura corporal -  $T_{\text{corporal}}$  (C), da temperatura da pele -  $T_{\text{pele}}$  (D), da taxa de trabalho realizado - TTR (E) e da frequência cardíaca - FC (F) durante o exercício físico autorregulado de 10km em ambiente quente e com radiação solar. SUV: Camisa sem proteção UV; CUV: Camisa com proteção UV. \* = indica diferença ao longo da distância. Média  $\pm$  DP.

Na figura 2 são apresentadas as respostas de PSE, CT e ST ao longo de 10km de exercício autorregulado em ambiente quente e com radiação solar.

Similar à demais variáveis analisadas, não foram encontradas diferenças entre as sessões SUV e CUV ( $p>0,05$ ).

Em relação à distância percorrida, houve aumento da PSE em relação ao repouso a partir de 1km e com relação às respostas termoperceptivas CT e ST a partir de 3km em ambas as sessões.



**Figura 2** - Ajustes da sensação térmica - ST (A), do conforto térmico – CT (B) e da percepção subjetiva do esforço (PSE) durante o exercício físico autorregulado de 10km em ambiente quente e com radiação solar. SUV: Camisa sem proteção UV; CUV: Camisa com proteção UV. \* = indica diferença ao longo da distância. Média  $\pm$  DP.

## DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos do uso de uma camisa com proteção UV sobre a termorregulação e o desempenho de corrida em um ambiente quente e com radiação solar.

Foi testada a hipótese de que a utilização da camisa UV poderia favorecer, além da proteção da pele para a qual é confeccionada pelos fabricantes, os ajustes termorregulatórios autonômicos e comportamentais, atenuando assim a hipertermia associada ao exercício e ao ambiente e, em última análise, melhorar o desempenho de corredores.

Com base nos resultados observados, a hipótese levantada não foi corroborada. Os principais achados mostraram que não houve diferenças entre as sessões SUV e CUV para a  $T_{\text{gastrointestinal}}$ , a  $T_{\text{corporal}}$ , a  $T_{\text{pele}}$ , a TAC, a TTR, a FC, a PSE o CT e a ST.

As cada vez mais constantes ondas de calor, fazem com que estudos no campo da termorregulação e do exercício físico sejam necessários.

Atualmente, a busca por tecnologias para o auxílio e maior resfriamento dos atletas durante o exercício no calor é intensa no meio científico.

Dentre estes, podemos citar como exemplo as estratégias de resfriamento corporal (Cotter e colaboradores, 2001) (Cleary e colaboradores, 2014) (Seeley e colaboradores, 2021) por meio de coletes resfriados (Eijsvogels e colaboradores, 2014) e capacetes com gelo (Gao e colaboradores, 2011).

Foco do presente estudo, podemos citar também o desenvolvimento de vestimentas esportivas específicas para determinados ambientes (Manshahia e Das, 2013).

Sabe-se que a exposição prolongada ao calor sob radiação solar tem diferentes efeitos fisiológicos e pode prejudicar o desempenho físico devido ao aumento do ganho de calor, por meio da via biofísica da radiação (Otani e colaboradores, 2016).

Assim, nossa hipótese foi elaborada a partir de achados prévios demonstrando, por exemplo, reduções do ganho de calor diante da utilização de roupas com propriedades de reflexão de ondas UV em ambiente de indústria (Brode e colaboradores, 2013).

Outro trabalho (Chan e colaboradores, 2016), avaliaram os efeitos de uma roupa com proteção UV em trabalhadores expostos a altas temperaturas ambientais e altas taxas de umidade, demonstrando uma redução do estresse térmico ao diminuir a  $T_{\text{interna}}$  e a  $T_{\text{pele}}$ .

No entanto, até vai nosso conhecimento, nenhum trabalho avaliou a utilização de camisas com proteção UV durante o exercício autorregulado em ambiente quente e com radiação solar.

Baseado na função termorregulatória, as vestimentas e os tecidos podem ser classificados em ativos e passivos (Jocic e colaboradores, 2016).

Os tecidos passivos são aqueles cuja confecção é baseada em tecidos comuns, como a lã e o poliéster. A sua função termorregulatória dar-se-á independentemente do ambiente, sendo que fatores externos poderão ou não interferir no balanço térmico.

Por outro lado, os tecidos ativos são aqueles em que as funções termorregulatórias são influenciadas pelo ambiente, tendo como principal função manter o usuário num estado de máximo de conforto térmico possível (Jocic e colaboradores, 2016).

Em relação a este estado de conforto térmico, aqueles indivíduos que praticam exercícios ao ar livre usualmente necessitam de aderir a produtos que possuam características que o promovam, dentre estas, resistência à água, secagem rápida, função antidodor, função antibacteriana e proteção UV (Jocic e colaboradores, 2016).

É importante destacar que, embora a utilização de  $\text{TiO}_2$  em tecidos com objetivo de refletir ondas UV possa induzir menores valores de temperatura quando comparados a tecidos sem  $\text{TiO}_2$ , há um platô na capacidade de reflexão do tecido, de forma que diferentes concentrações de  $\text{TiO}_2$  em tecidos não alteram de maneira significativa a capacidade de reflexão de ondas UV (Nateri e colaboradores, 2020).

Durante o exercício autorregulado em ambiente quente e com radiação solar, como o utilizado no presente estudo, a alteração no equilíbrio térmico acontece devido a dois fatores.

Primeiramente, a maior carga térmica do ambiente reduzirá o gradiente de temperatura entre o corpo e o ambiente (Cuddy e colaboradores, 2014).

Em segundo lugar, o aumento do metabolismo ao longo do tempo de exercício,



principalmente devido à maior atividade muscular do exercício, levará também ao aumento da produção interna de calor (Maughan e colaboradores, 2004).

Assim, estes dois fatores farão com que a  $T_{\text{corporal}} (T_{\text{interna}} + T_{\text{pele}})$  aumente de acordo com as intensidades do ambiente e do exercício realizado (Brotherhood e colaboradores, 2008).

No presente estudo, embora não tenhamos medido o metabolismo, o ambiente de laboratório utilizado e os aumentos da  $T_{\text{interna}}$  e da  $T_{\text{pele}}$  observados estão de acordo com este modelo. No entanto, conforme nossa hipótese, esperávamos que a utilização da camisa UV atenuasse estas respostas, o que não ocorreu.

Numa perspectiva termorregulatória comportamental, o aumento da  $T_{\text{pele}}$  poderá interferir na PSE por meio de duas vias, ou seja, aumentando a aumento da percepção térmica subjetiva e o esforço cardiovascular (Cramer e Jay, 2016).

Em relação ao aumento da percepção térmica subjetiva, avaliada no presente estudo pelos seus componentes afetivos (CT) e discriminativos (ST) (Cheung, 2010), foram observados aumentos até níveis máximos de ambas as variáveis, sendo que tais aumentos também não foram modificados pelo uso da camisa UV.

Em relação ao esforço cardiovascular, no presente trabalho podemos observar os aumentos esperados da FC, no entanto sem diferenças em relação às sessões avaliadas.

Cabe ressaltar que não avaliamos no presente trabalho outras variáveis relacionadas ao esforço cardiovascular, como o débito cardíaco e o fluxo sanguíneo cutâneo, sendo que estas precisam ser avaliados em estudos futuros.

Numa perspectiva autonômica, os aumentos da sudorese e da  $T_{\text{pele}}$  (em menor grau) atuarão no sentido de controlar a hipertermia induzida pelo exercício (Flouris e colaboradores, 2008), o que foi observado no presente trabalho, mais uma vez sem a interferência da camisa UV.

O fato é que os maiores valores de CT e ST farão com que haja um aumento significativo da PSE, sendo que no presente trabalho esta variável atingiu níveis máximos.

O aumento da PSE levará a reduções TTR durante o exercício, o que também foi observado no presente trabalho.

No modelo de termorregulação comportamental durante exercício físico no

calor é esperado que o praticante autorregule a intensidade, diminuindo assim a TTR ao longo do tempo, com a finalidade de regular a produção metabólica de calor e, em última instância, diminuir o acúmulo de calor.

De acordo com nossa hipótese, esperávamos que a camisa UV pudesse adiar a queda na TTR durante o exercício, o que também não foi corroborado pelos nossos resultados.

Assim, em conjunto, não observamos qualquer interferência da camisa UV utilizada durante o exercício físico autorregulado em ambiente quente e com radiação solar.

É necessário ainda considerar que apenas a utilização de uma camisa com proteção UV pode não ser suficiente para reduzir o estresse térmico em ambiente não compensável.

Embora não tenhamos medido a compensabilidade do ambiente utilizado no presente estudo, nossos resultados e os de trabalhos anteriores, mostram que, provavelmente, o ambiente do presente estudo foi não compensável.

A condição ambiental não compensável se trata daquela cuja perda de calor através da evaporação é inferior à taxa de evaporação de suor requisitada, não sendo possível o equilíbrio entre as taxas de produção e dissipação de calor ao longo do tempo de exercício (Cramer e Jay, 2016).

Limitações – O presente trabalho apresenta limitações. Primeiramente, foram utilizadas sessões de laboratório e não podemos afirmar que as respostas obtidas seriam as mesmas numa condição real aberta de exercício em ambiente quente sob radiação solar.

Além disso, utilizamos uma camisa da cor preta e sabe-se que a cor da camisa também é importante e interfere na absorção de ondas UV.

## CONCLUSÃO

Os resultados do presente trabalho mostraram que o uso de uma camisa com proteção UV durante o exercício físico não favoreceu a termorregulação e o desempenho físico em um ambiente quente e com radiação solar

**FINANCIAMENTO**

Este estudo foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG e pela Universidade Federal de Viçosa - UFV.

**REFERÊNCIAS**

- 1-Adams, W.C.; Mack, G.W.; Langhans, G.W.; Nadel, E.R. Effects of varied air velocity on sweating and evaporative rates during exercise. *J Appl Physiol.* Num. 73. 1992. <https://dx.doi.org/10.1152/jappl.1992.73.6.2668>
- 2-Borg, G.A.V. Psychophysical bases of perceived exertion. *Plast Reconstr Surg.* Num. 14. 1954.
- 3-Brode, P.; Błazejczyk, K.; Fiala, D.; Havenith, G.; Holmér, I.; Jendritzky, G.; Kuklane, K.; Kampmann, B. The universal thermal climate index UTCI compared to ergonomics standards for assessing the thermal environment. *Ind Health.* 2013. <https://dx.doi.org/10.2486/indhealth.2012-0098>
- 4-Brotherhood, J.R. Heat stress and strain in exercise and sport. *J Sci Med Sport.* 2008. <https://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2007.08.017>
- 5-Chan, A.P.C.; Guo, Y.P.; Wong, F.K.W.; Li, Y.; Sun, S.; Han, X. The development of anti-heat stress clothing for construction workers in hot and humid weather. *Ergonomics.* Num. 59. 2016. <https://dx.doi.org/10.1080/00140139.2015.1098733>
- 6-Cheung, S.S. Interconnections between thermal perception and exercise capacity in the heat. *Scand J Med Sci Sports.* 2010. <https://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01209.x>
- 7-Cotter, J.D.; Sleivert, G.G.; Roberts, W.S.; Febbraio, M.A. Effect of pre-cooling, with and without thigh cooling, on strain and endurance exercise performance in the heat. *Comparative Biochemistry and Physiology - A Molecular and Integrative Physiology.* Num. 128. 2001. [https://dx.doi.org/10.1016/S1095-6433\(01\)00273-2](https://dx.doi.org/10.1016/S1095-6433(01)00273-2)
- 8-Corbett, J.; White, D.K.; Barwood, M.J.; Wagstaff, C.R.D.; Tipton, M.J.; McMorris, T.; Costello, J.T. The Effect of Head-to-Head Competition on Behavioural Thermoregulation, Thermophysiological Strain and Performance During Exercise in the Heat. *Sports Medicine.* Num. 48. 2018. <https://dx.doi.org/10.1007/s40279-017-0816-x>
- 9-Cuddy, J.S.; Hailes, W.S.; Ruby, B.C. A reduced core to skin temperature gradient, not a critical core temperature, affects aerobic capacity in the heat. *J Therm Biol.* Num. 43. 2014. <https://dx.doi.org/10.1016/j.jtherbio.2014.04.002>
- 10-Cramer, M.N.; Jay, O. Biophysical aspects of human thermoregulation during heat stress. *Auton Neurosci.* 2016. <https://dx.doi.org/10.1016/j.autneu.2016.03.001>
- 11-Cleary, M.A.; Toy, M.G.; Lopez, R.M. Thermoregulatory, cardiovascular, and perceptual responses to intermittent cooling during exercise in a hot, humid outdoor environment. *J Strength Cond Res.* Num. 28. 2014. <https://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182a20f57>
- 12-Daolio, J. *Cultura, Educação Física e futebol.* Editora da Unicamp. 2006.
- 13-Davis, J.K.; Bishop, P.A. Impact of clothing on exercise in the heat. *Sports Medicine.* 2013. <https://dx.doi.org/10.1007/s40279-013-0047-8>
- 14-Eijssvogels, T.M.H.; Bongers, C.C.W.G.; Veltmeijer, M.T.W.; Moen, M.H.; Hopman, M. Cooling during exercise in temperate conditions: impact on performance and thermoregulation. *Int J Sports Med.* Num. 35. 2014. <https://dx.doi.org/10.1055/s-0034-1368723>
- 15-Flouris, A.D.; Westwood, D.A.; Mekjavic, I.B.; Cheung, S.S. Effect of body temperature on cold induced vasodilation. *Eur J Appl Physiol.* 2008. <https://dx.doi.org/10.1007/s00421-008-0798-3>

- 16-Garcia-Herrera, R.; Díaz, J.; Trigo, R.M.; Luterbacher, J.; Fischer, E.M. A review of the european summer heat wave of 2003. *Crit Rev Environ Sci Technol*. Taylor and Francis Inc.; 2010. p. 267-306.
- 17-Gagge, A.P.; Stolwijk, J.A.J.; Hardy, J.D. Comfort and thermal sensations and associated physiological responses at various ambient temperatures. *Environ Res*. Num. 1. 1967. [https://dx.doi.org/10.1016/0013-9351\(67\)90002-3](https://dx.doi.org/10.1016/0013-9351(67)90002-3)
- 18-Gao, C.; Kuklane, K.; Holmér, I. Cooling vests with phase change materials: The effects of melting temperature on heat strain alleviation in an extremely hot environment. *Eur J Appl Physiol*. Num. 111. 2011. <https://dx.doi.org/10.1007/s00421-010-1748-4>
- 19-González-Alonso, J.; Quistorff, B.; Krstrup, P.; Bangsbo, J.; Saltin, B. Heat production in human skeletal muscle at the onset of intense dynamic exercise. *Journal of Physiology*. Num. 524. 2000. <https://dx.doi.org/10.1111/j.1469-7793.2000.00603.x>
- 20-Havenith, G. Human surface to mass ratio and body core temperature in exercise heat stress - A concept revisited. *J Therm Biol*. Num. 26. 2001. [https://dx.doi.org/10.1016/S0306-4565\(01\)00049-3](https://dx.doi.org/10.1016/S0306-4565(01)00049-3)
- 21-Jackson, A.S.; Pollock, M.L. Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*. Num. 40. 1978. <https://dx.doi.org/10.1079/bjn19780152>
- 22-Jocic, D. Smart coatings for comfort in clothing. *Active Coatings for Smart Textiles*. 2016.
- 23-Kakitsuba, N.; Michna, H.; Mekjavic, I.B. Clothing surface area as related to body volume and clothing microenvironment volume. *Aviat Space Environ Med*. Num. 58. 1987.
- 24-Li, T.; Horton, R.M.; Kinney, P.L. Projections of seasonal patterns in temperature-related deaths for Manhattan, New York. *Nat Clim Chang*. Num. 3. 2013. <https://dx.doi.org/10.1038/nclimate1902>
- 25-Manshahia, M.; Das, A. Comfort Characteristics of Knitted Active Sportswear: Heat and Mass Transfer. *Research Journal of Textile and Apparel*. Num. 17. 2013. <https://dx.doi.org/10.1108/RJTA-17-03-2013-B006>
- 26-Maughan, R.J.; Shirreffs, S. Exercise in the heat: Challenges and opportunities. *J Sports Sci*. Num. 22. 2004. <https://dx.doi.org/10.1080/02640410400005909>
- 27-Morrison, S.F.; Nakamura, K. Central Mechanisms for Thermoregulation. *Annu Rev Physiol*. 2019. <https://dx.doi.org/10.1146/annurev-physiol-020518-114546>
- 28-Nateri, A.; Kazemian, S.; Piri, N. Nano-TiO<sub>2</sub> coated cotton fabrics with temperature regulating properties. *Journal of the Textile Institute*. Num. 111. 2020. <https://dx.doi.org/10.1080/00405000.2019.1690916>
- 29-Otani, H.; Kaya, M.; Tamaki, A.; Watson, P.; Maughan, R.J. Effects of solar radiation on endurance exercise capacity in a hot environment. *Eur J Appl Physiol*. Num. 116. 2016. <https://dx.doi.org/10.1007/s00421-016-3335-9>
- 30-Park, J.; Kim, Y.; Oh, I. Factors affecting heat-related diseases in outdoor workers exposed to extreme heat. *Ann Occup Environ Med*. Num. 29. 2017. <https://dx.doi.org/10.1186/s40557-017-0183-y>
- 31-Racinais, S.; Moussay, S.; Nichols, D.; Travers, G.; Belfekih, T.; Schumacher, Y.O.; Periard, J.D. Core temperature up to 41.5°C during the UCI Road Cycling World Championships in the heat. *Br J Sports Med*. Num. 53. 2019. <https://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2018-099881>
- 32-Ramanathan, N.L. A new weighting system for mean surface temperature of the human body. *J Appl Physiol*. Num. 19. 1964. <https://dx.doi.org/10.1152/jappl.1964.19.3.531>
- 33-Seeley, A.D.; Giersch, G.E.W.; Charkoudian, N. Post-exercise Body Cooling: Skin Blood Flow, Venous Pooling, and Orthostatic Intolerance. *Front Sports Act Living*. Num. 3. 2021. <https://dx.doi.org/10.3389/fspor.2021.658410>

34-Sociedade Brasileira de Diabetes. Diretrizes- Sociedade Brasileira de Diabetes 2017-2018. Diabetes Mellitus Tipo 1 E Tipo2. 2017.

35-Stannard, A.B.; Brandenburg, J.P.; Pitney, W.A.; Lukaszuk, J.M. Effects of wearing a cooling vest during the warm-up on 10-km run performance. J Strength Cond Res. Num. 25. 2011.  
<https://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e07585>

36-Wolf, S.T.; Kenney, L.E.; Kenney, W.L. Ultraviolet Radiation Exposure, Risk, and Protection in Military and Outdoor Athletes. Curr Sports Med Rep. 2020.  
<https://dx.doi.org/10.3390/ijerph191610175>

37-Xu, P.; Wang, L.; Liu, Y.; Chen, W.; Huang, P. The record-breaking heat wave of June 2019 in Central Europe. Atmospheric Science Letters. Num. 21. 2020.  
<https://dx.doi.org/10.1002/asl.964>

2 - Laboratório de Biologia do Exercício, Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

E-mail dos autores:

[emanuelmd1@gmail.com](mailto:emanuelmd1@gmail.com)

[william.januario@ufv.br](mailto:william.januario@ufv.br)

[leomtr.efi@gmail.com](mailto:leomtr.efi@gmail.com)

[brunafonseca@gmail.com](mailto:brunafonseca@gmail.com)

[jcbouzas@ufv.br](mailto:jcbouzas@ufv.br)

[luciano.leite@ufv.br](mailto:luciano.leite@ufv.br)

[anatali@ufv.br](mailto:anatali@ufv.br)

[thales.gomes@ufv.br](mailto:thales.gomes@ufv.br)

Autor correspondente:

William Martins Januário.

[william.januario@ufv.br](mailto:william.januario@ufv.br)

Departamento de Educação Física,  
Universidade Federal de Viçosa.

Av. Ph. Rolfs, s/n, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

CEP: 36570-900.

Recebido para publicação em 12/09/2023

Aceito em 03/02/2024