

**WANESSA APARECIDA LOPES DA SILVA**

**EFEITOS DO AMBIENTE QUENTE SOBRE AS RESPOSTAS FISIOLÓGICAS  
E PERCEPTIVAS DE CICLISTAS EM UMA SESSÃO DE TREINAMENTO IN-  
TERVALADO DE ALTA INTENSIDADE**

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: Thales Nicolau Prímola Gomes

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2019**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

S586e  
2019  
Silva, Wanessa Aparecida Lopes da, 1990-  
Efeitos do ambiente quente sobre as respostas fisiológicas e  
perceptivas de ciclistas em uma sessão de treinamento  
intervalado de alta intensidade / Wanessa Aparecida Lopes da  
Silva. – Viçosa, MG, 2019.  
68 f. : il. ; 29 cm.

Inclui anexos.

Orientador: Thales Nicolau Primola Gomes.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.55-59.

1. Temperatura corporal - Regulação. 2. Exercícios físicos.  
3. Treinamento Intervalado de Alta intensidade. I. Universidade  
Federal de Viçosa. Departamento de Educação Física. Programa  
de Pós-Graduação em Educação Física. II. Título.

CDD 22. ed. 612.4126

**WANESSA APARECIDA LOPES DA SILVA**

**EFEITOS DO AMBIENTE QUENTE SOBRE AS RESPOSTAS FISIOLÓGICAS  
E PERCEPTIVAS DE CICLISTAS EM UMA SESSÃO DE TREINAMENTO IN-  
TERVALADO DE ALTA INTENSIDADE**

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*.

APROVADA: 18 de outubro de 2019

Assentimento:

---

Wanessa Aparecida Lopes da Silva

Autora

---

Thales Nicolau Prímola Gomes

Orientador

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por seu amor incondicional, sua Luz e proteção. Pela força nos momentos decisivos.

Aos meus pais Sílvia e Sebastião por seu apoio, carinho e por tudo que fizeram por mim. Sem o esforço deles ao longo da minha vida, não estaria concluindo mais uma etapa. Ao meu irmão Jonathan por seu carinho e sua doçura. Ao meu sobrinho Nathan por sua inocência e mais puro e expressivo amor que me deram forças para seguir.

Ao Emanuel Mattos, Lícea Matias e Luana Coutinho pelo apoio ao longo das coletas, pelas conversas pós coletas, principalmente. Foram excepcionais.

Ao professor Thales Gomes por me permitir contato com a termorregulação, área com a qual me identifico muito atualmente e por aceitar me orientar e partilhar comigo seu conhecimento e experiência.

Ao professor Christiano Machado por sua disposição, pelo acompanhamento de perto desse trabalho, pelos ensinamentos transmitidos, pelo material compartilhado, pelos vários conselhos e orientações ao longo desses dois anos de mestrado.

Aos dez voluntários que participaram dessa pesquisa com dedicação e real interesse em contribuir. Merecem todo respeito e gratidão. Sem eles, não seria possível termos nossos resultados.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), da FAPEMIG e do CNPq.

À UFV pela oportunidade de estudos e aprimoramento.

**“Empenha-te ao máximo para tornar tua vida agradável a ti mesmo e aos outros”**

**(Joanna de Angelis)**

## RESUMO

SILVA, Wanessa Aparecida Lopes da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2019. **Efeitos do ambiente quente sobre as respostas fisiológicas e perceptivas de ciclistas em uma sessão de treinamento intervalado de alta intensidade.** Orientador: Thales Nicolau Prímola Gomes.

**Introdução:** O treino intervalado de alta intensidade (HIIT) é um treino de curta duração e alta intensidade, composto por repetidas e breves sessões, que tem ganhado espaço entre os praticantes de exercício físico e sido objeto de investigação entre os estudos com termorregulação. O exercício físico é capaz de alterar o equilíbrio térmico do organismo. **Objetivo:** Verificar as respostas fisiológicas e perceptivas em uma sessão de HIIT associada ao ambiente quente em ciclistas. **Métodos:** Dez ciclistas homens (Idade:  $35,5 \pm 7,4$  anos; área de superfície corporal:  $2,0 \pm 0,1\text{m}^2$ ) realizaram 4 visitas ao laboratório, sendo a 1ª visita destinada à aplicação do questionário de Prontidão para a Atividade Física (PAR-Q), Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) e teste máximo; na 2ª visita foi feita a familiarização ao protocolo e nas 3ª e 4ª visitas foram realizadas as sessões de HIIT em dois ambientes (SC – Sessão Controle:  $22,9 \pm 0,9$  °C; umidade relativa:  $70,1 \pm 9,9\%$ ; SQ – Sessão Quente:  $32,2 \pm 0,5$  °C; umidade relativa:  $63,9 \pm 4,5\%$ ). O protocolo de HIIT divide-se em 4 blocos de 1min a 90% da potência máxima (Watts), intercalados com 3min a 50% da potência máxima. As variáveis medidas foram a temperatura gastrointestinal, por meio da ingestão de uma cápsula telemétrica ( $T_{tgi}$  °C), a temperatura média da pele por meio de sensores de temperatura ( $T_{pele}$  °C), 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 pressão arterial por meio de esfigmomanômetro e estetoscópio (PA) e a gravidade específica da urina por meio de refratômetro (GEU), acúmulo de calor (AC) e taxa de acúmulo de calor (TAC) por meio de cálculos a partir da produção de suor. Após a análise de normalidade, os dados foram analisados por meio de ANOVA Two-Way, post-hoc de Tukey (Média  $\pm$  DPM;  $\alpha = 5\%$ ). O trabalho foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética (protocolo: 85279618.1.0000.5153). **Resultados:** Em relação à  $T_{tgi}$ , não houve diferença entre as médias das sessões (SC:  $36,9 \pm 0,3$  °C vs. SQ:  $37,2 \pm 0,2$  °C;  $p > 0,05$ ). Em relação à  $T_{pele}$ , houve diferenças entre as médias das sessões, sendo maior em SQ (SC:  $32,4 \pm$

0,7 vs. SQ 35,2 ± 0,3; p<0,05). A ST apresentou diferenças entre as médias das sessões, sendo maior em SQ (SC: 6,7 ± 1,1 vs. SQ: 10,1 ± 0,8; p<0,05). O CT apresentou diferenças entre as médias das sessões, sendo maior em SQ (SC: 1,7 ± 0,4 vs. SQ: 2,8 ± 0,6; p<0,05). A PSE apresentou diferenças entre as médias das sessões, sendo maior em SQ (SC: 14,0 ± 0,1 vs. SQ: 16,2 ± 0,1; p<0,05). A FC apresentou diferenças entre as médias das sessões, sendo maior em SQ (SC: 143,4 ± 3,4 vs. 159,4 ± 12,3 bpm; p<0,05). O lactato apresentou diferenças entre as médias das sessões, sendo maior em SQ (SC: 5,9 ± 2,0 vs. SQ: 8,4 ± 3,6 mmol/L; p<0,05). O peso corporal não apresentou diferenças entre as médias das sessões (SC: 77,9 ± 7,5 vs. SQ: 77,6 ± 7,5 Kg; p>0,05). O peso do *short* não apresentou diferenças entre as médias das sessões (SC: 0,2 ± 0,1 vs. SQ: 0,2 ± 0,1 g; p>0,05). A taxa de suor não apresentou diferenças entre as médias das sessões (SC: 0,5 ± 0,1 vs. SQ: 0,6 ± 0,1 L.h<sup>-1</sup>; p>0,05). A GEU não apresentou diferenças entre as médias das sessões (SC: 1018,8 ± 11,3 vs. SQ: 1017,3 ± 8,5; p>0,05). A PAM não apresentou diferenças entre as médias das sessões (SC: 95,6 ± 7,0 vs. SQ: 92,3 ± 3,5 mmHg; p>0,05). A velocidade não apresentou diferenças entre as médias das sessões (SC: 14,5 ± 4,3 vs. SQ: 13,5 ± 83,7 Km/h; p>0,05). O AC e a TAC não apresentaram diferenças entre as médias das sessões (SC: 24,6 ± 6,0 vs. SQ: 30,4 ± 7,0 W.m<sup>-2</sup>; p>0,05) e (SC: 0,9 ± 0,7 vs. SQ: 1,1, ± 0,6 W.m<sup>-2</sup>.min; p>0,05), respectivamente. **Conclusão:** Os achados mostraram que o ambiente quente promove aumento das percepções subjetivas e das variáveis fisiológicas, porém, em exercício de curta duração, não promoveu perda hídrica, redução da velocidade e acúmulo de calor significativas. Possivelmente, apesar da alta intensidade do protocolo associado ao ambiente quente, a duração do exercício não tenha sido suficiente para alterar essas variáveis.

Palavras-chave: Termorregulação. Atividade Física. HIIT.

## ABSTRACT

SILVA, Wanessa Aparecida Lopes da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, October, 2019. **Effects of the warm environment on the physiological and perceptual responses of cyclists in a high intensity interval training session.** Adviser: Thales Nicolau Prímola Gomes.

**Introduction:** The high intensity interval training (HIIT) is a short duration and high intensity training, composed of repetitions and brief sessions that have gained space among physical exercise practitioners and have been the object of investigation among studies with thermoregulation. Physical exercise is able to alter the body's thermal balance. **Aim:** To verify how physiological and perceptual responses in an HIIT session associated with the warm environment in cyclists. **Methods:** Ten male cyclists (Age:  $35.5 \pm 7.4$  years; body surface area:  $2.0 \pm 0.1$  m<sup>2</sup>) underwent 4 visits to the laboratory, the first visit being for the application of the Readiness Questionnaire for Physical Activity (PAR-Q), International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) and maximum test; on the 2nd visit, the protocol was familiarized and on the 3rd and 4th visits, the HIIT sessions were held in two environments (CS - Control Session:  $22.9 \pm 0.9$  °C; relative humidity:  $70.1 \pm 9, 9\%$ ; HS - Hot Session:  $32.2 \pm 0.5$  °C; relative humidity:  $63.9 \pm 4.5\%$ ). The HIIT protocol is divided into 4 blocks of 1min at 90% of maximum power (Watts), interspersed with 3 minutes at 50% of maximum power. The variables measured were gastrointestinal temperature, through the ingestion of a telemetric capsule ( $T_{tgi}^{\circ C}$ ), the average skin temperature through temperature sensors ( $T_{skin}^{\circ C}$ ), thermal comfort (TC), the thermal sensation (TS) and rated perception of effort (RPE) using subjective scales, heart rate using a cardiofrequency meter (HR), blood pressure using a sphygmomanometer and stethoscope (BP) and specific urine (SU) gravity using a refractometer, heat accumulation (HA) and heat accumulation rate (HAR) using calculations from the production of sweat. After normality analysis, data were analyzed using Two-Way ANOVA, Tukey's post-hoc (Mean  $\pm$  SD;  $\alpha = 5\%$ ). The work was submitted and approved by the Ethics Committee (protocol: 85279618.1.0000.5153). **Results:** Regarding  $T_{tgi}$ , there was no difference between the averages of the sessions (CS:  $36.9 \pm 0.3$  °C vs. HS:  $37.2 \pm 0.2$  °C;  $p > 0.05$ ). In relation to the skin, there were differences between the averages of the sessions, being greater in SQ (CS:  $32.4 \pm 0.7$  vs. HS  $35.2 \pm 0.3$ ;  $p < 0.05$ ). The TS showed differences between the means of the sessions, being greater in HS (CS:  $6.7 \pm 1.1$  vs. HS:  $10.1 \pm 0.8$ ;  $p < 0.05$ ). The TC showed differences



between the means of the sessions, being greater in HS (CS:  $1.7 \pm 0.4$  vs. HS:  $2.8 \pm 0.6$ ;  $p < 0.05$ ). The RPE showed differences between the means of the sessions, being greater in HS (CS:  $14.0 \pm 0.1$  vs. HS:  $16.2 \pm 0.1$ ;  $p < 0.05$ ). The HR showed differences between the averages of the sessions, being higher in HS (CS:  $143.4 \pm 3.4$  vs. HS:  $159.4 \pm 12.3$  bpm;  $p < 0.05$ ). The lactate showed differences between the means of the sessions, being higher in HS (CS:  $5.9 \pm 2.0$  vs. HS:  $8.4 \pm 3.6$  mmol / L;  $p < 0.05$ ). Body weight did not show any differences between the means of the sessions (CS:  $77.9 \pm 7.5$  vs. HS:  $77.6 \pm 7.5$  Kg;  $p > 0.05$ ). The weight of the shorts did not differ between the averages of the sessions (CS:  $0.2 \pm 0.1$  vs. HS:  $0.2 \pm 0.1$  g;  $p > 0.05$ ). The sweat rate did not differ between session averages (CS:  $0.5 \pm 0.1$  vs. HS:  $0.6 \pm 0.1$  L.h<sup>-1</sup>;  $p > 0.05$ ). The SU showed no differences between the averages of the sessions (CS:  $1018.8 \pm 11.3$  vs. HS:  $1017.3 \pm 8.5$ ;  $p > 0.05$ ). MBP did not show differences between the means of the sessions (CS:  $95.6 \pm 7.0$  vs. HS:  $92.3 \pm 3.5$  mmHg;  $p > 0.05$ ). The speed did not present differences between the averages of the sessions (CS:  $14.5 \pm 4.3$  vs. HS:  $13.5 \pm 83.7$  Km / h;  $p > 0.05$ ). The HA and the HAR did not differ between the means of the sessions (CS:  $24.6 \pm 6.0$  vs. HS:  $30.4 \pm 7.0$  Wm<sup>-2</sup>;  $p > 0.05$ ) and (CS:  $0.9 \pm 0.7$  vs. HS:  $1.1, \pm 0.6$  Wm<sup>-2</sup>.min;  $p > 0.05$ ), respectively. **Conclusion:** The findings showed that the warm environment promotes an increase in subjective perceptions and physiological variables, however, in a short duration exercise, it did not promote significant water loss, reduced speed and heat accumulation. Possibly, despite the high intensity of the protocol associated with the hot environment, the duration of the exercise was not sufficient to alter these variables.

Keywords: Thermoregulation. Physical Activity. HIIT.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Tabela 1 – Caracterização da amostra.....	30
Tabela 2 – Dados obtidos no teste incremental.....	30
Figura 1 – Representação esquemática do desenho experimental do estudo.....	23
Figura 2 – Representação esquemática do protocolo de HIIT.....	24
Figura 3 – Valores da temperatura da sala e umidade relativa.....	32
Figura 4 – Valores da velocidade desempenhada ao longo do exercício.....	33
Figura 5 – Temperatura central e temperatura média da pele.....	35
Figura 6 – Escalas de sensação térmica e de conforto térmico.....	37
Figura 7 – Escalas de percepção térmica, de esforço e de sede.....	39
Figura 8 - Acúmulo de calor e taxa de acúmulo de calor.....	41
Figura 9 – Variação da massa corporal e do peso do short.....	43
Figura 10 – Taxa de suor.....	44
Figura 11 – Gravidade específica da urina.....	45
Figura 12 – Frequência cardíaca.....	46
Figura 13 – Pressão arterial sistólica, diastólica e média.....	48
Figura 14 – Lactato.....	49

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC: Acúmulo de Calor  
ASC: Área de Superfície Corporal  
AMP: Monofosfato de Adenosina  
CaMK: Proteína-quinase Dependente de Calmodulina  
CT: Conforto Térmico  
FC: Frequência Cardíaca  
FC<sub>max</sub>: Frequência Cardíaca Máxima  
GEU: Gravidade Específica da Urina  
GLUT4: Transportador de Glicose 4  
%G: Percentual de Gordura  
HbA1C: Hemoglobina Glicada  
IMC: Índice de Massa Corporal  
IPAQ: Questionário Internacional de Atividade Física  
LAPeH: Laboratório de *Performance Humana*  
HIIT: *High Intensity Interval Training*  
MG: Massa Gorda  
MLG: Massa Livre de Gordura  
MICT: *Moderate Intensity Continuous Training*  
NAF: Nível de Atividade Física  
Na<sup>+</sup>: Sódio  
O<sub>2</sub>: Oxigênio  
CO<sub>2</sub>: Dióxido de Carbono  
PA: Pressão Arterial  
PAM: Pressão Arterial Média  
PAR-Q: Questionário de Prontidão para a Atividade Física  
PAS: Pressão Arterial Sistólica  
PAD: Pressão Arterial Diastólica  
PGC-1 $\alpha$ : Coativador 1 alfa do receptor ativado por proliferador do peroxissoma  
PH: Potencial Hidrogeniônico  
P<sub>max</sub>: Carga de Trabalho Máxima (Potência)  
PPO: Pico de Potência

PSE: Percepção Subjetiva do Esforço

RPM: Rotação por Minuto

SC: Sessão Controle

SNA: Sistema Nervoso Autônomo

SNC: Sistema Nervoso Central

ST: Sensação Térmica

SQ: Sessão Quente

TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TRP: Canais Potenciais de Receptores Transitórios

$T_{\text{corporal}}$ : Temperatura Corporal

$T_{\text{central}}$ : Temperatura Central

$T_{\text{pele}}$ : Temperatura da Pele

$T_{\text{sala}}$ : Temperatura da Sala

$T_{\text{tgi}}$ : Temperatura Gastrointestinal

UR: Umidade Relativa

$VO_2$ : Volume de Oxigênio

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

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	13
2.	OBJETIVOS .....	19
2.2.	Geral .....	19
2.3.	Específicos .....	20
3.	METODOLOGIA .....	20
4.	ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	29
5.	RESULTADOS .....	29
6.	DISCUSSÃO .....	50
7.	LIMITAÇÕES .....	53
8.	CONCLUSÃO .....	53
	REFERÊNCIAS .....	55
	ANEXOS .....	60

## 1. INTRODUÇÃO

O termo homeostasia foi primeiramente utilizado por Claude Bernarde em 1859. Posteriormente, ao longo da década de 20, estudado por Walter Bradford Cannon e caracteriza a constância entre as propriedades físicas e químicas do ambiente interno do corpo e esse equilíbrio pode ser desafiado mediante a um estímulo (CANNON, 1929).

Os desequilíbrios na homeostasia podem ocorrer via fatores internos ou externos que são detectados por receptores específicos nos órgãos e enviados ao sistema nervoso central (SNC). O sistema nervoso autônomo (SNA), juntamente com o sistema endócrino, produz uma resposta efetora com o intuito de restabelecer o equilíbrio (HARDY, 1952).

Os ajustes provocados pelo organismo são constantes. Determinado fator externo pode provocar influência no processo de retroalimentação e afetar funções como a osmolaridade, os níveis de pH, concentração de nutrientes, íons, oxigênio ( $O_2$ ), dióxido de carbono ( $CO_2$ ), pressão arterial (PA) e a temperatura corporal ( $T_{\text{corporal}}$ ) (HAMMEL; PIERCE, 1968; HARDY, 1952).

Animais homeotérmicos, como os mamíferos e as aves, são capazes de manter a temperatura central ( $T_{\text{central}}$ ) constante pelo próprio metabolismo e, ao serem detectadas alterações na temperatura ambiente, por canais específicos presentes na pele, informações aferentes chegam ao SNA que emite respostas efetoras para alcançar novamente o equilíbrio. Esse processo denominado termorregulação ocorre principalmente quando há exposição ao frio ou ao calor e as respostas autonômicas e comportamentais são desencadeadas (HAMMEL; PIERCE, 1968; HARDY, 1952).

A exposição ao ambiente quente provoca respostas fisiológicas autonômicas de vasodilatação que promovem a perda de calor, já no frio, a vasoconstrição promove a retenção de calor (ADAIR, 1977; LIM; BYRNE; LEE, 2008). Entretanto, as respostas vasomotoras são as primeiras a serem desencadeadas, pois, não sendo suficientes, o organismo recorre às respostas comportamentais e metabólicas (ADAIR, 1977; BENZINGER, 1969).

O estresse por calor acontece em temperaturas ambientes elevadas e desafia a homeostasia corporal ativando ajustes termorregulatórios para que a  $T_{\text{corporal}}$  se mantenha a aproximadamente  $37^{\circ}C$ , dentro da faixa de normotermia. A temperatura da

pele ( $T_{pele}$ ) aumenta e ocorre a retroalimentação negativa, onde, por vias aferentes, informações chegam à área pré-óptica do hipotálamo, centro regulador da homeostasia, que desencadeia as respostas autonômicas (MORRISON; NAKAMURA, 2011).

Os ajustes iniciais de vasodilatação visam minimizar o acúmulo de calor e a elevação da  $T_{central}$  e evitar o estado de hipertermia, porém, se a  $T_{central}$  continua se elevando, ocorre a produção de suor (NADEL *et al*, 1971; MACHADO *et al*, 2018) . A sudorese é a alternativa mais dispendiosa para o organismo e a que requer maior cuidado, pois ocorre perda hidroeletrólítica, podendo chegar à desidratação (BAKER *et al.*, 2018; FLOURIS, 2011).

O equilíbrio térmico ocorre por mecanismos biofísicos de evaporação, condução, radiação, convecção e produção metabólica de calor (NISHI; GAGGE, 1977; CRAMER; JAY, 2016). Em repouso, como não há trabalho externo sendo realizado, a energia metabólica produzida é convertida em calor, porém, durante o exercício físico, o consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) aumenta e ocorrem altas produções metabólicas de calor que vão requerer maiores ajustes fisiológicos para o equilíbrio térmico (CRAMER; JAY, 2016).

## 1.2. Exercício físico e termorregulação

O exercício físico provoca adaptações no organismo de caráter agudo e crônico, bem como alterações no SNC e SNP (sistema nervoso periférico), além do sistema cardiovascular, cardiorrespiratório, endócrino e circulatório (HOLLOSZY; BOOTH, 1976; SALTIN, 1983). Os ajustes causados pelo exercício físico que elevam, dentre outros, a frequência cardíaca (FC), a pressão arterial (PA), o consumo máximo de oxigênio ( $VO_2$ ) e a  $T_{corporal}$ , visam estabilizar o organismo para não exceder os limites suportados para manutenção das funções celulares. Portanto, a termorregulação durante o exercício físico tem papel importante para a manutenção da atividade do praticante utilizando os mecanismos compensatórios de perda de calor (CHARKOUDIAN, 2016; HAMMEL; PIERCE, 1968).

O aumento da  $T_{central}$  é uma consequente resposta fisiológica ao exercício físico e é proporcional à intensidade e à duração deste (SIMON, 1993; WINGO, 2015), isso porque as contrações musculares aumentam a produção de calor metabólico que parte é convertida em energia mecânica e outra parte é convertida em energia térmica.

O calor produzido pelos músculos é transferido destes para o sangue, elevando, então, a  $T_{\text{central}}$  (SIMON, 1993; CRAMER; JAY, 2016).

Os mecanismos compensatórios são ativados em recrutamento ordenado durante o exercício físico (SCHLADER *et al.* 2017), no qual ocorre mudança no fluxo sanguíneo a partir de mudanças na  $T_{\text{pele}}$  que podem levar ao comportamento térmico e desencadear alterações no metabolismo. A eficácia dos mecanismos compensatórios é limitada pela temperatura e umidade do ambiente, pois se não há condições compensáveis para perda de calor pela evaporação, ocorre aumento do acúmulo de calor, que pode provocar reduções no desempenho do praticante (SIMON, 1993; CRAMER; JAY, 2016; SCHLADER *et al.*, 2017).

### 1.3. Exercício físico em ambiente quente

O desempenho humano em exercício de longa duração fica prejudicado em ambientes quentes (GONZÁLEZ-ALONSO *et al.*, 1999; FEBBRAIO *et al.*, 1994; FEBBRAIO *et al.*, 1996; CHEUVRONT *et al.*, 2010). Achados prévios mostraram redução do tempo de exercício até a exaustão no calor (CORBETT *et al.*, 2018; NEAL *et al.*, 2016).

O exercício físico realizado em altas temperaturas aumenta o fluxo sanguíneo do centro corporal para as extremidades para dissipar calor e resulta em um menor volume sanguíneo, volume sistólico e aumento da FC, promovendo maior estresse cardiovascular (ROWELL, 1983; WILSON *et al.*, 2006). Outra consequência é a redução da capacidade de manutenção da produção de força pelos músculos ativos devido ao menor direcionamento neural advindo do SNC, o que traduz em menor recrutamento de unidades motoras (NYBO; NILSEN, 2001; HOUSH *et al.*, 2000).

O desempenho físico no calor pode alterar a percepção do indivíduo sobre o esforço realizado. A escala de percepção subjetiva de esforço (PSE), desenvolvida por Borg, é a ferramenta utilizada para controle dessa variável e associa-se com a FC (BORG 1982; NIELSEN; NYBO, 2003).

Por meio dela, identifica-se o nível de fadiga ao longo do exercício e quantifica-se o quanto está sendo intenso o trabalho de maneira subjetiva. Estudos apontaram maiores valores da PSE em ambiente quente quando comparado ao temperado e frio para uma mesma tarefa com intensidade controlada entre 50 e 70% do  $VO_{2\text{max}}$  (FTAITI *et al.*, 2001; WALTER *et al.*, 2000; NILSEN, *et al.*, 2001; VARGAS, *et al.*, 2019).



A produção de suor durante o exercício físico é a principal resposta termorregulatória autônoma para dissipar calor e está relacionada com a duração e intensidade da atividade (BAKER *et al.*, 2018; WINGO, 2015) e quanto maior a demanda energética para a manutenção do exercício físico, maiores produções metabólicas de calor e maior necessidade de dissipação de calor para equilíbrio térmico (BLOMQVIST, 1983; SAWKA *et al.*, 2001) A associação entre exercício físico e calor aumenta a produção de sudorese, podendo chegar a perda de até 2L de suor por hora em atletas de elite em provas com mais de 2h de duração (BAKER *et al.*, 2018). Experimentos com atletas corredores e ciclistas mostraram maiores quantidades de produção de suor em ambiente quente (40°C vs 20°C; 60% UR) (NEAL *et al.*, 2016; TYLER *et al.*, 2016).

Os estudos com exercício físico de longa duração e intensidade moderada são incisivos e mostraram efeitos significativos do ambiente quente sobre as respostas fisiológicas e o desempenho. Entretanto, para os exercícios de curta duração e alta intensidade (ex.: HIIT: *High Intensity Interval Training*), há ainda controvérsias sobre o impacto das altas temperaturas no desempenho e nas respostas fisiológicas.

#### **1.4. Treino Intervalado de Alta Intensidade - HIIT**

Há algumas décadas o método sueco *Fartlek* foi utilizado como parte do treinamento preparatório de competidores de longa distância e consistia em velocidades mais rápidas intercaladas com recuperação ativa ao longo de 5km (ADAMSON, 1959). A técnica foi sendo aprimorada e aplicada pelo japonês Izumi Tabata, treinador de patinadores olímpicos, em um programa de treinamento de 4min, sendo 8 séries de 20s a alta intensidade e recuperação de 10s em intensidade moderada (OLSON, 2014; TABATA *et al.*, 1996).

Atualmente, os métodos *Fartlek* e Tabata tornaram-se populares com o nome de HIIT e são praticados por públicos que vão desde os frequentadores habituais de academias de ginástica até atletas de elite em preparação para competição (KRAVITZ, 2011).

A principal barreira para aderência à prática regular de atividade física é a falta de tempo, (STUTTS 2002), por isso o HIIT, sendo de curta duração e considerado mais motivante (GAESSER; ANGADI, 2011), tem se apresentado como alternativa ao treinamento contínuo de intensidade moderada (MICT) entre os praticantes de exercício físico (GIBALA *et al.*, 2012).

O HIIT é composto por repetidas e breves sessões com intensidade máxima ou supramáxima onde os intervalos geralmente são ativos e realizados em baixa intensidade com duração entre 6s e 4min (GIBALA; MCGEE, 2008) podendo variar quanto ao número de séries, ao tempo de intervalo, à duração e modalidade do estímulo, intensidade das séries e do intervalo entre elas (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013).

No *Sprint Interval Training* (SIT – *Wingate*) são feitas 6 séries de 30s supramáxima com recuperação de 4min (DOTAN; BAR-OR, 1983). O protocolo de Tabata *et al.*, (1996) tem duração aproximada de 4min, sendo 8 séries de 20s a 70% do  $VO_{2max}$  intercalados com recuperações passivas de 10s, e Wisloff *et al.*, (2007) prescreveram a realização de 4 séries com intensidade a 90% do  $VO_{2max}$  e recuperações ativas de 3min a 60% do  $VO_{2max}$ . Independentemente do tipo de protocolo, o HIIT tem sido objeto de prescrições e de estudos científicos que tem mostrado as adaptações positivas e os benefícios consequentes da sua prática.

### 1.5. Adaptações fisiológicas ao HIIT

As adaptações inerentes ao HIIT estão descritas na literatura e perpassam desde as moléculas até a composição corporal (GIBALA; JONES, 2013; MACINNIS; GIBALA, 2017). O estresse celular causado pela alta intensidade promove proporcionais sinalizações metabólicas que são maiores do que as causadas pelo MICT (EGAN; ZIERATH, 2013) e essas sinalizações fazem com que o organismo se adapte para responder melhor ao próximo esforço.

O conteúdo mitocondrial tem ação principal no fornecimento de energia para a manutenção do exercício, permitindo maior utilização dos lipídios em detrimento dos carboidratos (HOLLOSZY; COYLE, 1984) e, conseqüentemente, reduz a degradação de glicogênio e produção de lactato, possibilitando, assim, que o indivíduo mantenha o exercício físico por maior período de tempo (JOYNER; COYLE, 2008).

Estudos prévios observaram melhoras na fosforilação de proteínas sinalizadoras (ex.: proteína quinase dependente de calmodulina – CaMK, proteína quinase ativada por AMP e aumento da expressão do marcador de biogênese mitocondrial – PGC - 1 $\alpha$ ) (LARSEN, 2012; LITTLE *et al.*, 2011).

Treinamentos com o HIIT mostraram melhora de  $VO_{2max}$  após poucas semanas (ANDERSEN; HENRIKSSON, 1977; HICKSON, *et al.*, 1977; MONTERO *et al.*, 2015). Foram observados, ainda, aumentos de até 40% no  $VO_{2max}$ , reduções na FC de

repouso e aumento do volume sistólico ao longo de 10 semanas de HIIT (BONNE, *et al.*, 2014).

Adaptações a nível musculoesquelético estão relacionadas à melhora da contração das fibras oxidativas (tipo II) associado à maior utilização destas dentro do programa de treinamento, uma vez que o recrutamento muscular ocorre proporcionalmente à intensidade do exercício (MACINNIS *et al.*, 2017). O volume muscular apresentou aumento após 10 semanas de HIIT possivelmente pelo conteúdo de substrato intramuscular e aumento do tamanho das fibras musculares (GAESSER; ANGADI, 2011; GIBALA *et al.*, 2012).

O HIIT também tem apresentado resultados positivos para prevenção e melhora de desordens metabólicas. Cassidy *et al.* (2016) e Francois (2015) observaram aumento da ação da proteína transportadora de glicose (GLUT4) e redução da hemoglobina glicada (HbA1c) após 12 semanas de HIIT em pacientes com diabetes tipo II.

Soltani *et al.* (2019), ao pesquisarem os efeitos do HIIT nos marcadores sanguíneos em pacientes hipertensos, observaram a redução da PA sistólica (PAS), redução da viscosidade do plasma e do sangue e da concentração de fibrinogênio (8 – 12% de redução). Um estudo com modelo animal verificou, após 8 semanas de HIIT a 85% do  $VO_{2max}$  vs MICT a 50% do  $VO_{2max}$ , que o HIIT foi superior na melhora da função renal dos roedores (TUCKER *et al.*, 2015). O HIIT também tem apresentado resultados mais expressivos para a redução do peso quando comparado ao MICT.

Em um estudo envolvendo mulheres obesas foram observadas reduções do peso 2 vezes superior no grupo que praticou HIIT comparado ao grupo que praticou MICT (8,7% vs 4,3%, respectivamente). E ainda, somente o grupo HIIT apresentou alterações na composição corporal, como redução da massa gorda (MG) e índice de massa corporal (IMC) e aumento da massa livre de gordura (MLG) (GROSSMAN *et al.*, 2018). Esses resultados convergem com os outros achados em que o HIIT reduziu 28,5% mais de MG do que o tradicional MICT em pessoas obesas (NIMMO *et al.*, 2013; VIANA *et al.*, 2019).

## **1.6. HIIT em ambiente quente**

O HIIT, como modelo de treinamento, ganhou notoriedade pela praticidade e por possibilitar melhorias nos aspectos de saúde e desempenho, entretanto, a prática requer atenção em ambientes quentes devido às altas taxas de produção de calor que podem ocorrer com o HIIT pela alta intensidade (WINGO, 2015). Nesse aspecto, o HIIT

tem sido estudado no calor a fim de se conhecer a magnitude das respostas termorregulatórias, possíveis riscos e intervenções.

Lacerda *et al.* (2007) ao investigarem os efeitos da exposição aguda de 30min ao calor em um único *sprint* de 30s, não encontraram diferença na  $T_{\text{central}}$  entre os ambientes (H1: 30°C, 55% UR vs H2: 35°C, 62% UR vs T: 22°C, 65% UR), porém a  $T_{\text{pele}}$  foi maior em ambientes quentes comparado ao temperado (H1: 32,90 + 0,35°C; H2: 34,08 + 0,16°C; T: 30,30 + 0,16°C). Apesar disso, o desempenho foi melhorado em H1 e H2 como verificado pela potência de pico (PPO em Watts: W) (T: 851 ± 38; H1: 880 ± 38; H2: 903 ± 44) e pela cadência do pedal (rotação por minuto: rpm) (T: 133 ± 3; H1: 136 ± 3; H2: 139 ± 3).

Drust *et al.* (2005) encontraram redução da PPO em *sprints* repetidos ao longo de 40min de exercício intermitente no calor (40°C) comparado à condição controle (20°C). Semelhantemente, os achados de Boynton *et al.* (2019) indicaram redução do PPO em ambiente quente (35°C) comparado ao ambiente temperado (22°C) em uma sessão de HIIT com ciclistas bem treinados.

Até o presente momento, não há consenso da magnitude dos efeitos do calor em exercícios de alta intensidade e curta duração sobre o desempenho, como há para exercícios prolongados. As diferentes metodologias, públicos e instrumentos de mensuração das temperaturas exercem influências nos resultados e interpretações.

Além disso, não foram realizados estudos comparando as respostas e alterações fisiológicas agudas de uma sessão de um treino de alta intensidade, curta duração e intervalado em ambientes quente e temperado. Assim, é necessário investigar as implicações da associação entre calor e alta intensidade e com isso conhecer as intervenções cabíveis.

Dessa forma, o presente estudo verificou os efeitos do ambiente quente sobre as respostas fisiológicas e perceptivas de ciclistas em uma sessão de treinamento intervalado de alta intensidade, com a hipótese de que o ambiente quente poderia alterar de maneira significativa essas respostas.

## 2. OBJETIVOS

### 2.2. Geral

Verificar as respostas fisiológicas e perceptivas de ciclistas em uma sessão de HIIT em ambiente quente e temperado.

### **2.3. Específicos**

Comparar as respostas de temperatura central, temperatura da pele, as percepções térmica e de esforço entre os ambientes;

Comparar as respostas da frequência cardíaca, da pressão arterial e a concentração de lactato entre os ambientes;

Comparar a velocidade desempenhada, o acúmulo de calor e a variação da massa corporal entre os ambientes.

## **3. METODOLOGIA**

### **3.2. Amostra**

A amostra foi composta por 10 ciclistas do sexo masculino, com idades entre 23 e 45 anos. A amostra foi selecionada e homogeneizada pela área de superfície corporal (ASC) e pelo percentual de gordura (%G).

### **3.3. Procedimentos Éticos**

O presente trabalho foi submetido ao Comitê de Ética de Estudos com Humanos da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais - Brasil, e aprovado com o número de protocolo CAAE: 852796618.1.0000.5153. Os voluntários assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (anexo 1) – de acordo com a Resolução CNS 466/2012.

### **3.4. Critérios de inclusão**

Os critérios adotados foram homens saudáveis e fisicamente ativos, considerando o *Physical Activity Readiness Questionnaire* – PAR-Q (anexo 2) e o *International Physical Activity Questionnaire* IPAQ (anexo 3), com idades entre 23 e 45 anos, ciclistas com volume de treino semanal  $\geq 100$  km por semana e percentual de gordura (%G) menor do que 20% para homens com idades entre 25 e 35 anos e  $<23\%$  para homens entre 36 e 45 anos (POLLOCK E WILLMORE, 1993).

### **3.5. Critérios de exclusão**

Os critérios adotados foram homens com deficiência de qualquer natureza, ou fumantes, homens com complicações cardiovasculares ou pulmonares diagnosticadas, com sobrepeso/obesidade, homens diabéticos: glicemia em jejum acima de 126 mg/dl

(Sociedade Brasileira de Diabetes, 2017 – 2018), e homens com histórico de injúrias térmicas.

### **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 no período de verão no Brasil (21 de dezembro a 20 de março).

### **3.7. Desenho experimental**

Foram realizadas quatro visitas dos voluntários ao laboratório:

#### **1ª visita**

- a) Apresentação do estudo e esclarecimento de possíveis questionamentos dos voluntários;
- b) Ao concordarem em participar, os voluntários assinaram o TCLE;
- c) Foram feitas as medidas antropométricas de massa corporal, estatura e dobras cutâneas;
- d) O IPAQ, o PAR-Q e a Anamnese (histórico de doenças, hábitos diários, prática regular de exercícios) foram lidos e preenchidos;
- e) Após ser verificado o estado de hidratação dos voluntários através do refratômetro, foi iniciado o teste incremental máximo com o uso de cardiofrequencímetro e aferição da PA ao início e ao final do teste, que foi realizado em ambiente temperado (22°C; 60% UR);
- f) Foram aplicadas as escalas de sensação térmica (ST), conforto térmico (CT), sede e PSE.

#### **2ª visita**

Pelo menos 72h após a primeira visita, os voluntários compareceram ao laboratório para realizarem a familiarização ao protocolo de HIIT sob a temperatura de  $32,2 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  e  $63,8 \pm 2,2$  % UR (ambiente quente). Foi verificado o estado de hidratação pela gravidade específica da urina (GEU), FC, PA, e utilizada as escalas de ST, CT, de sede e PSE.

### 3ª visita

Pelo menos 72h após a segunda visita, foi realizado o protocolo de HIIT em temperatura quente (32°C; 63% UR) ou temperada (22°C; 60% UR).

### 4ª visita

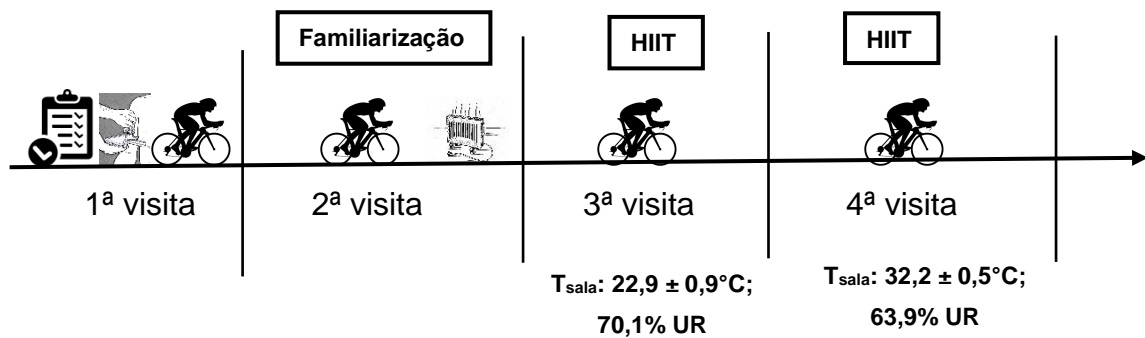
Pelo menos 72h após a terceira visita, em temperatura ambiente distinta da última, foi realizado o protocolo de HIIT.

## Procedimentos

Para as 3ª e 4ª visitas, foi solicitado aos voluntários que se abstivessem de álcool, cafeína, termogênicos e evitassem exercício físico intensos no dia anterior e nas manhãs relacionadas às sessões experimentais. Os voluntários chegaram às 7h da manhã e forneceram a amostra da urina, recolhida no próprio laboratório e em recipiente adequado para verificar a GEU; foi feita a pesagem dos voluntários vestindo somente a sunga e, separadamente, feita a pesagem do *short*. Meias e tênis não eram pesados.

Os voluntários foram conduzidos para pesagem em uma sala fechada, na qual eram instruídos sobre o procedimento de pesagem. O valor apresentado no visor da balança foi relatado ao pesquisador, ao sair vestiam o *short*, as meias e o tênis. Foram colocados os instrumentos para verificação da  $T_{pele}$ , da FC e da PA. Os voluntários permaneceram em repouso por 10min, sentados na bicicleta ergométrica para verificação dos dados basais. Após o repouso, foram coletados os valores de lactato e PA e os voluntários foram autorizados a darem início ao aquecimento com duração de 5min. Ao terminarem o aquecimento, o protocolo de HIIT foi iniciado.

Para o protocolo, foram coletados minuto a minuto os valores de  $T_{pele}$ ,  $T_{tgi}$ , FC e escalas de ST, CT, sede e PSE. Cessado o exercício, novamente foi feita a recolha da amostra de sangue para o lactato e a aferição da PA. Os voluntários saíram do cicloergômetro, os equipamentos foram retirados, nova amostra de urina foi recolhida 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 sunga, sem meias e sem tênis. Após o fim da pesagem e verificado o estado do voluntário, este foi liberado e a coleta finalizada.



**Fig.1** Representação esquemática do desenho experimental do estudo.  $T_{sala}$ : temperatura média da sala experimental. UR: umidade relativa do ar no interior da sala experimental.

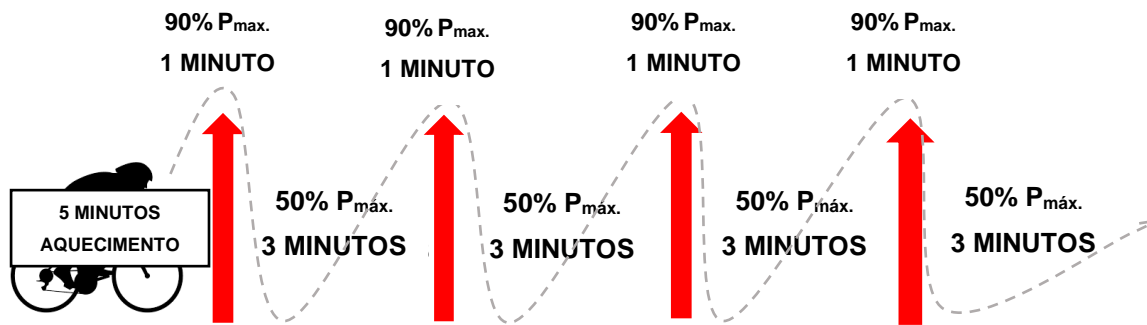
### 3.8. Teste incremental

Consistiu em iniciar com a potência de 50W e incrementar 50W a cada 2min. Os voluntários foram orientados a manterem a velocidade de 18 a 20 km/h (correspondente a 54 e 60 rpm, respectivamente, como prescreve o teste). O teste foi encerrado quando os voluntários não foram mais capazes de manterem a velocidade prescrita ao longo do tempo, por desistência ou ao atingirem a potência máxima ( $P_{max}$ ) do cicloergômetro. A partir do resultado alcançado no teste incremental, foram obtidos os valores de 50 e 90% da  $P_{max}$  e aplicados ao protocolo de HIIT (BALKE; WARE, 1959).

### 3.9. Protocolo de HIIT

Foi realizado em cicloergômetro de membros inferiores (Monark®) e com um total de 16min. Foi feito um aquecimento de 5min com a carga mínima do cicloergômetro (15W) e não houve coleta de dados fisiológicos. Foram realizados 4 blocos de 1min a 90%  $P_{max}$  obtida no teste incremental intercalados com 3min de recuperação a 50%  $P_{max}$ .





**Fig. 2** Representação esquemática do protocolo de HIIT adaptado de Wisloff *et al.*, (2007).

### 3.10. Variáveis Medidas

#### Gravidade Específica da Urina (GEU)

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, 1980).

#### Ambiente da sala experimental (°C)

A  $T_{sala}$  foi controlada continuamente por meio de um ar condicionado (Komeco®, *Split Hi-Wall*) e registrada por um anemômetro digital (*Instrutherm*®, AD-250). A UR (%) e a velocidade do vento (km/h) foram medidas por meio de um anemômetro digital (*Instrutherm*®, AD-250).

#### 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 (*Cescort*®), de acordo com o protocolo de 7 dobras (tríceps, subescapular, peitoral, subaxilar, supra ilíaca, abdominal e coxa) (JACKSON; POLLOCK, 1978).

#### $T_{central}$ (°C)

A  $T_{tgi}$  foi medida a cada minuto e utilizada como índice da  $T_{central}$ . Para tal, foi entregue a cada voluntário uma cápsula telemétrica (HT150002 *CorTemp*® *Pill*) e ingerida

com água na noite anterior ao protocolo, pelo menos 8h antes da sessão. A  $T_{tgi}$  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*).

### **$T_{pele}$ (°C)**

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

### **PSE**

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

### **CT**

A cada minuto, 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).

### **ST**

A cada minuto, o voluntário indicava verbalmente o número que melhor representasse a sua sensação térmica, a escala apresentava valores de 1 a 13, sendo 1 “insuportavelmente frio” e 13 “insuportavelmente quente” (GAGGE; STOLWIJK; HARDY, 1967).

### **Sede**

A cada minuto, o voluntário indicava verbalmente o número correspondente a sua sensação de sede. A escala tem valores que vão de 1 a 9, sendo 1 “sem sede” e 9 “muita, muita sede”.

**FC (bpm)**

A cada minuto, a FC foi mensurada por meio de uma fita de tecido com transmissor (*Wearlink WIND, Polar®*), fixada ao tórax, sobre o processo xifóide do osso esterno (*Polar® RS800CX, Polar® Electro* ou *Kempele*, Finlândia).

**PA (mmHg)**

Foi obtida manualmente ao início e final da sessão de exercício, por meio de Esfigmomanômetro Aneróide (*Tycos*) e estetoscópio (*WanMed*).

**Cadência (Km/h) e carga de trabalho (W)**

A cada minuto, a velocidade (Km/h) exposta no visor do cicloergômetro foi registrada. A carga de trabalho foi aplicada manualmente pelo pesquisador e utilizada para aumentar ou diminuir a intensidade do trabalho dentro do protocolo aplicado.

**Lactato (mmol/L)**

Os níveis plasmáticos de lactato foram medidos ao início e final do protocolo por meio da coleta de uma gota de sangue do dedo indicador da mão esquerda através de lanceta (*Accu Chek®*) que foi colocada na lente de leitura de do medidor de lactato (*Accutrend Plus Roche®*), onde, após 60s, o visor apresentava o valor correspondente. Esse procedimento foi realizado pelo pesquisador responsável, munido de luvas descartáveis e jaleco, sendo o dedo do voluntário higienizado com álcool gel antes da aplicação da lanceta.

**3.11. Variáveis Calculadas****VO<sub>2max</sub> (ml/Kg/min)**

A análise do VO<sub>2max</sub> foi predita de acordo com o cálculo proposto pelo teste incremental máximo utilizado pela fórmula: (BALKE; WARE, 1959).

$$200 + \frac{(12 \times W)}{m}$$

Onde: W = a carga externa em Watts; m = massa corporal em Kg

### Nível de Atividade Física – NAF

O Nível de atividade física foi calculado através do IPAQ. Os resultados foram analisados através da tabela de classificação do questionário. E foi realizado, ainda, o cálculo da média de quilômetros praticados por semana pelos ciclistas.

### FC<sub>max</sub> (bpm)

O cálculo para a FCM foi realizado de acordo com a fórmula: (TANAKA *et al.* 2001):

$$FCM = 208 - (0,7 \times idade)$$

### %G

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

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

Onde: DC = densidade corporal; ST = soma de todas as dobras cutâneas; G (%) = percentual de gordura. DC Homens Adultos = 1,11200000 - [0,00043499 (ST) + 0,00000055 (ST)<sup>2</sup>] - [0,0002882 (idade)]

### Índice de massa corporal - IMC (Kg/m<sup>2</sup>)

O IMC foi calculado através do peso e estatura do voluntário, pela fórmula: (JACKSON; POLLOCK, 1978).

$$IMC = \frac{massa\ corporal\ (Kg)}{estatura^2\ (cm)}$$

### 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)

$$S = 0,007184 \times a^{0,425} \times b^{0,725}$$

Onde S = área (m<sup>2</sup>); a = peso (kg); b = estatura (cm)

**T<sub>pele</sub> (°C)**

A T<sub>pele</sub> média foi calculada de acordo com a seguinte equação: (RAMANATHAN, 1964).

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

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

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

$$AC = \frac{(0,965 \times m \times t)}{ASC}$$

Onde: m = massa corporal (Kg); t = variação da temperatura central (°C); ASC = área de superfície corporal (m<sup>2</sup>); 0,965 = capacidade específica de calor do corpo (W. Kg<sup>-1</sup>°C).

**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: (ADAMS *et al.*, 1992).

$$TAC = \frac{[(0,965 \times m \times t)]}{ASC} / T$$

Onde: m= massa corporal (Kg); t = temperatura (°C); ASC = área de superfície corporal (m<sup>2</sup>); 0,965 = capacidade específica de calor do corpo (W. Kg<sup>-1</sup>°C); T = tempo (min).

**Taxa de suor corporal – TSC (Lh<sup>-1</sup>)**

A TSC foi calculada de acordo com a fórmula: (MONTAIN *et al.*, 1992).

$$TSC = (M1 + \text{água ingerida}) - M2$$

Onde: M1 = massa corporal pré-sessão (Kg); M2 = massa corporal pós sessão (Kg) (SAUNDERS *et al.*, 2005). Os voluntários ingeriram 5mL/Kg de água 30min antes do início do exercício.

### Pressão arterial média - PAM (mmHg)

A PAM foi calculada de acordo com a fórmula: (DECIO *et al.*, 2004)

$$PAM = PAD + \left[ \frac{PAS - PAD}{3} \right]$$

Onde: PAD = pressão arterial diastólica; PAS = pressão arterial sistólica

## 4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi realizado o teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade. Para as variáveis de  $T_{sala}$ ,  $T_{central}$ ,  $T_{pele}$ , velocidade, FC, UR, ST, CT, sede e PSE foi realizada a Análise de Variância a 2 fatores (condição x tempo), ANOVA 2-Way com Post-Hoc de Tukey. O teste t pareado foi utilizado para medir as diferenças entre as médias das variáveis massa corporal, peso do *short*, lactato, PA e GEU. As análises foram analisadas pelo *Software* SigmaPlot, versão 11.0. O nível de significância adotado foi de  $\alpha = 5\%$ . Os dados são apresentados como média e  $\pm$  DPM.

## 5. RESULTADOS

A tabela 1 apresenta os dados de caracterização da amostra. A tabela 2 apresenta os dados obtidos a partir do teste incremental.

**Tabela 1** Caracterização da amostra

Caracterização da amostra			
Amostra (n=10)			
Idade (anos)	35,5	±	7,4
Massa corporal (Kg)	78,3	±	7,3
Estatura (cm)	180,0	±	0,0
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	24,6	±	2,5
ASC (m <sup>2</sup> )	2,0	±	0,1
%G	11,8	±	3,8
Treino Semanal (Km/sem)	128,0	±	22,0
NAF (muito ativo/ativo/pouco ativo) <sup>a</sup>	6/4/0*		

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

IMC: índice de massa corporal. ASC: área de superfície corporal. NAF: nível de atividade física. Dados em média ± DPM. N= 10. \* Número de observações.

**Tabela 2** Dados obtidos a partir do teste incremental.

Dados do teste incremental			
Amostra (n=10)			
FC <sub>max</sub> (bpm)	183,0	±	5,2
P <sub>max</sub> (W)	381,3	±	37,2
50% da P <sub>max</sub>	190,6	±	22,3
90% da P <sub>max</sub>	343,1	±	33,4
VO <sub>2max</sub> (ml/kg/min)	60,4	±	4,3
PSE	19,0	±	1,0

FC<sub>max</sub>: frequência cardíaca. P<sub>max</sub>: potência máxima. VO<sub>2max</sub>: consumo máximo de oxigênio. PSE: percepção subjetiva do esforço.

## 5.2. Ambiente Experimental

A figura 3A apresenta os resultados da  $T_{sala}$  durante a sessão de HIIT nas sessões SC e SQ. Ao longo do tempo, não foram observadas diferenças para ambas as sessões nos momentos Pré-Exercício e Exercício ( $p>0,05$ ). Quando comparadas as sessões, foram observados maiores valores de  $T_{sala}$  na sessão SQ em relação à SC (SC:  $22,8 \pm 0,9^{\circ}\text{C}$  vs SQ:  $32,2 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ;  $p<0,05$ ).

A figura 3B apresenta os resultados da UR durante a sessão de HIIT nas sessões SC e SQ. Ao longo do tempo, não foram observadas diferenças para ambas as sessões nos momentos Pré-Exercício e Exercício ( $p>0,05$ ). Quando comparadas as sessões, foram observados maiores valores de UR na sessão SC em relação à SQ (SC:  $72,1 \pm 9,9\%$  vs SQ:  $63,8 \pm 4,4\%$ ;  $p<0,05$ ).



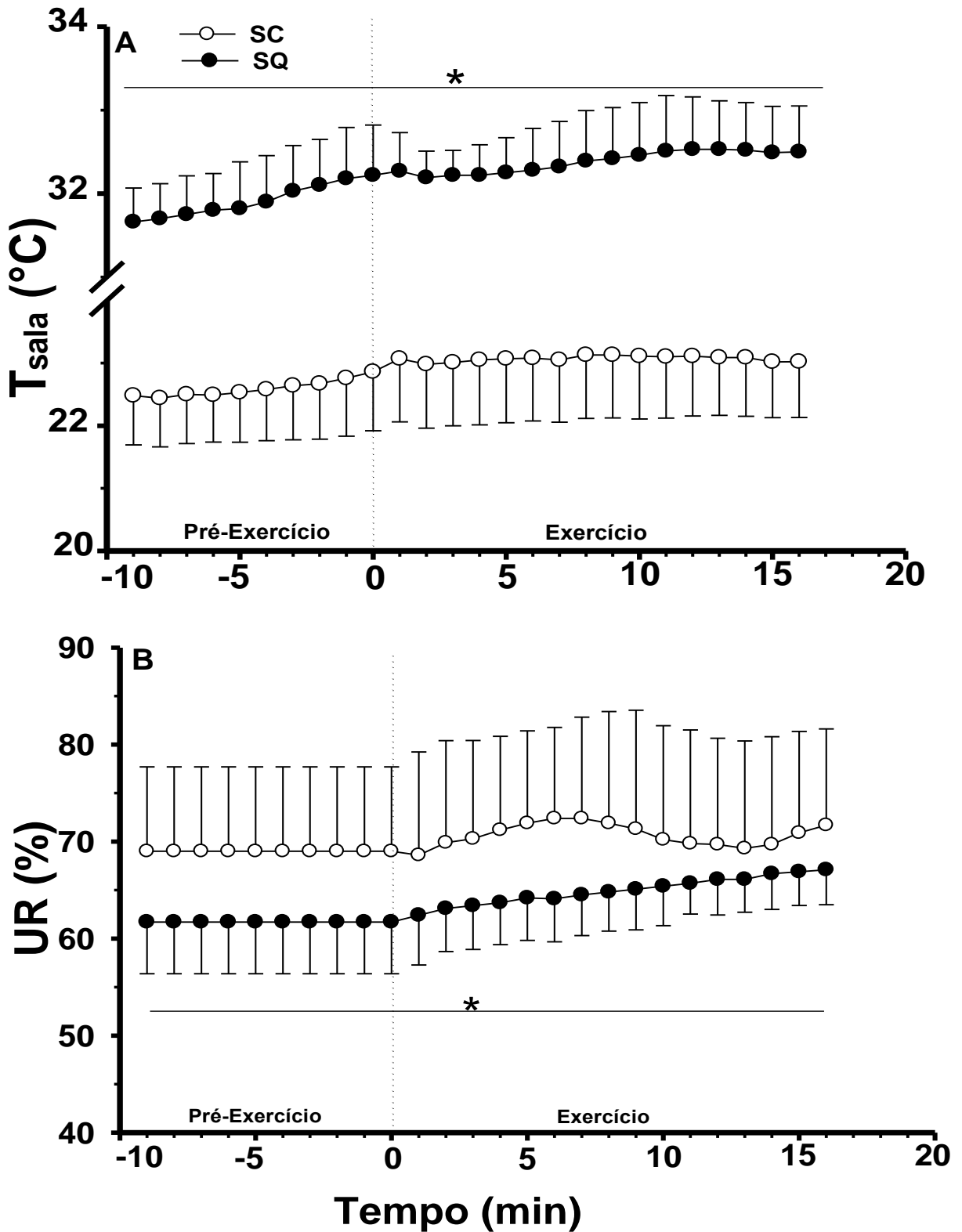


Figura 3. Valores da  $T_{sala}$  (A) e da UR (B) durante uma sessão de HIIT. SC: Sessão Controle ( $25^{\circ}C$ ); SQ: Sessão Quente ( $32^{\circ}C$ ). Média  $\pm$  DPM ( $p < 0,05$ ). \*Diferença entre SC e SQ.

### 5.3. Velocidade

A figura 4 apresenta os resultados da velocidade desempenhada durante a sessão de HIIT nas sessões SC e SQ. Ao longo do tempo, não foram observadas diferenças para ambas as sessões nos momentos Pré-Exercício e Exercício ( $p > 0,05$ ). Quando comparadas as sessões, não foram observadas diferenças entre as sessões SQ e SC (SC:  $14,5 \pm 4,3$  Km/h vs SQ:  $13,5 \pm 3,7$  km/h;  $p > 0,05$ ).

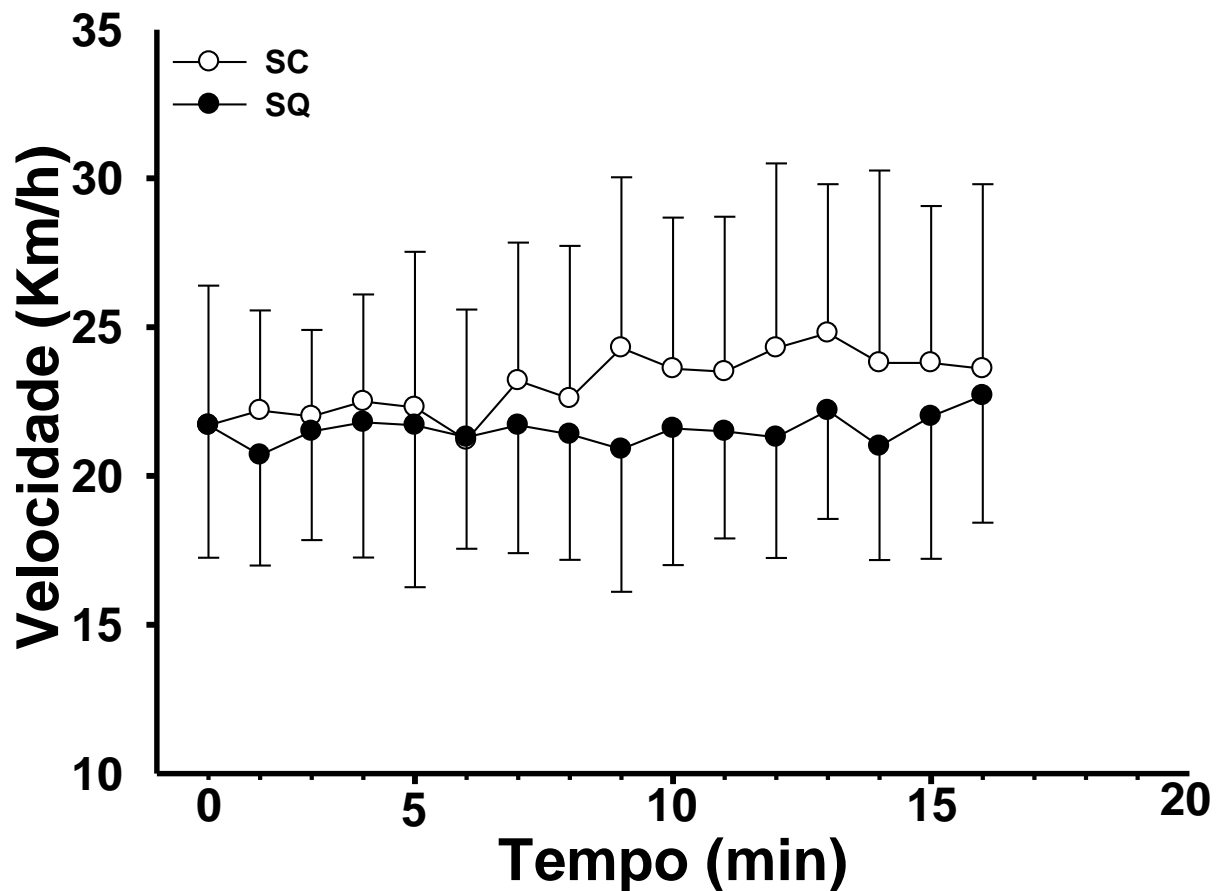


Figura 4. Velocidade desempenhada em uma sessão de HIIT. SC: Sessão Controle; SQ: Sessão Quente. Média  $\pm$  DPM ( $p < 0,05$ ).

#### 5.4. Temperatura Corporal

A figura 5A apresenta os resultados da  $T_{tgi}$  durante a sessão de HIIT nas sessões SC e SQ. Ao longo do tempo, não foram observadas diferenças para ambas as sessões nos momentos Pré-Exercício e Exercício ( $p>0,05$ ). Quando comparadas as sessões, não foram observadas diferenças na  $T_{tgi}$  entre as sessões SQ e SC (SC:  $36,8 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$  vs SQ:  $37,2 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ ;  $p>0,05$ ).

A figura 5B apresenta os resultados da  $T_{pele}$  durante a sessão de HIIT nas sessões SC e SQ. Ao longo do tempo, foram observadas diferenças para ambas as sessões no momento Exercício a partir do 11º minuto ( $p<0,05$ ), onde os valores foram maiores do que no início da sessão. Quando comparadas as sessões, foram observados maiores valores de  $T_{pele}$  na sessão SQ em relação à SC (SC:  $32,4 \pm 0,7^{\circ}\text{C}$  vs SQ:  $35,2 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ ;  $p<0,05$ ).

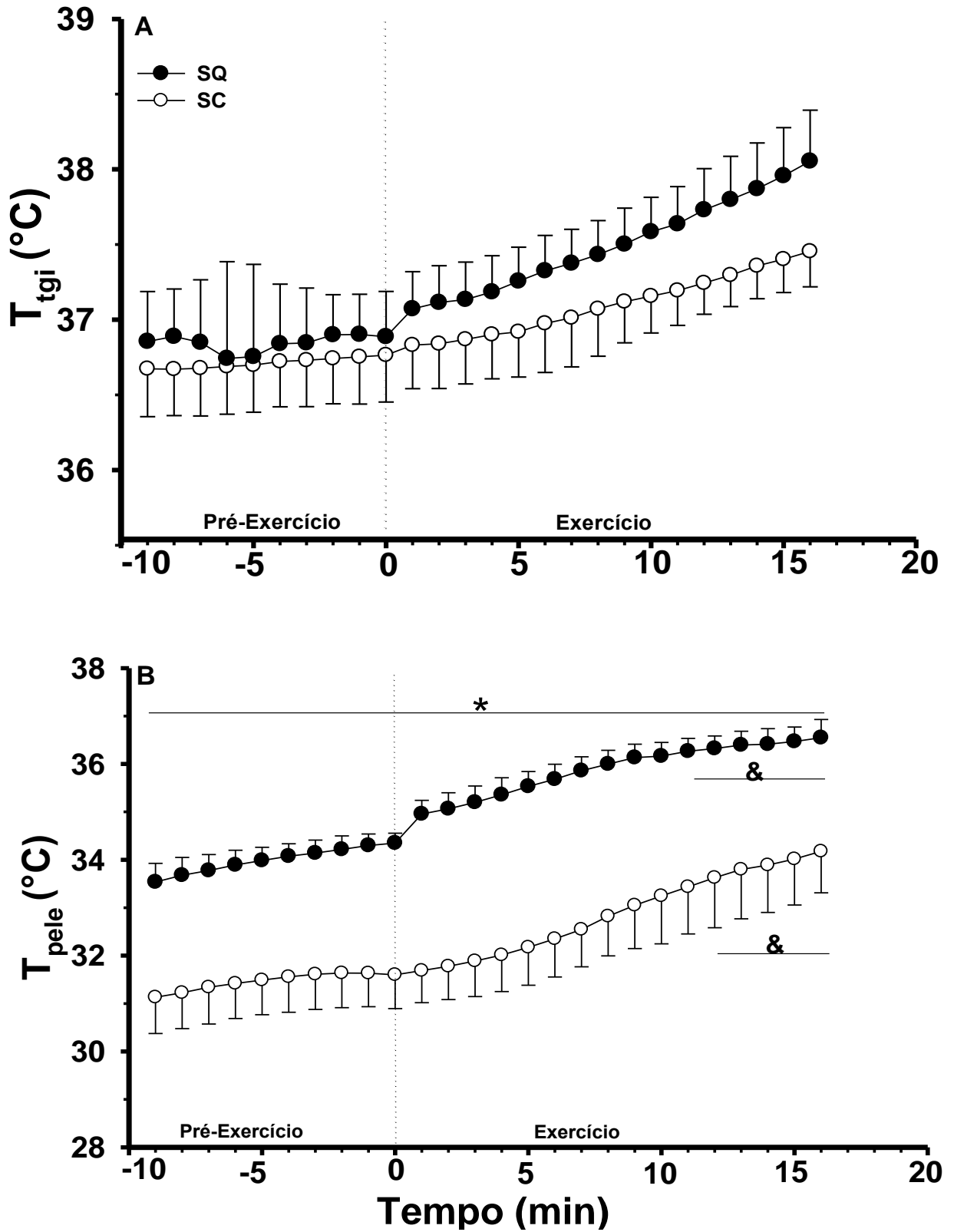


Figura 5. Ajustes da temperatura gastrointestinal (A) e da pele (B). SC: Sessão Controle; SQ: Sessão Quente. Média  $\pm$  DPM ( $p < 0,05$ ). \*Diferença entre SC e SQ. &Diferença ao longo do tempo.

### 5.5. Percepção Térmica

A figura 6A apresenta os resultados da ST durante a sessão de HIIT nas sessões SC e SQ. Ao longo do tempo, foram observadas diferenças para ambas as sessões no momento Exercício a partir do 12º minuto ( $p < 0,05$ ), onde os valores foram maiores do que no início da sessão. Quando comparadas as sessões, foram observados maiores valores de ST na sessão SQ em relação à SC (SC:  $6,7 \pm 1,1$  vs SQ:  $10,1 \pm 0,8$ ;  $p < 0,05$ ).

A figura 6B apresenta os resultados do CT durante a sessão de HIIT nas sessões SC e SQ. Ao longo do tempo, foram observadas diferenças para ambas as sessões no momento Exercício a partir do 14º minuto ( $p < 0,05$ ), onde os valores foram maiores do que no início da sessão. Quando comparadas as sessões, foram observados maiores valores de CT na sessão SQ em relação à SC (SC:  $1,7 \pm 0,4$  vs SQ:  $2,8 \pm 0,6$ ;  $p < 0,05$ ).

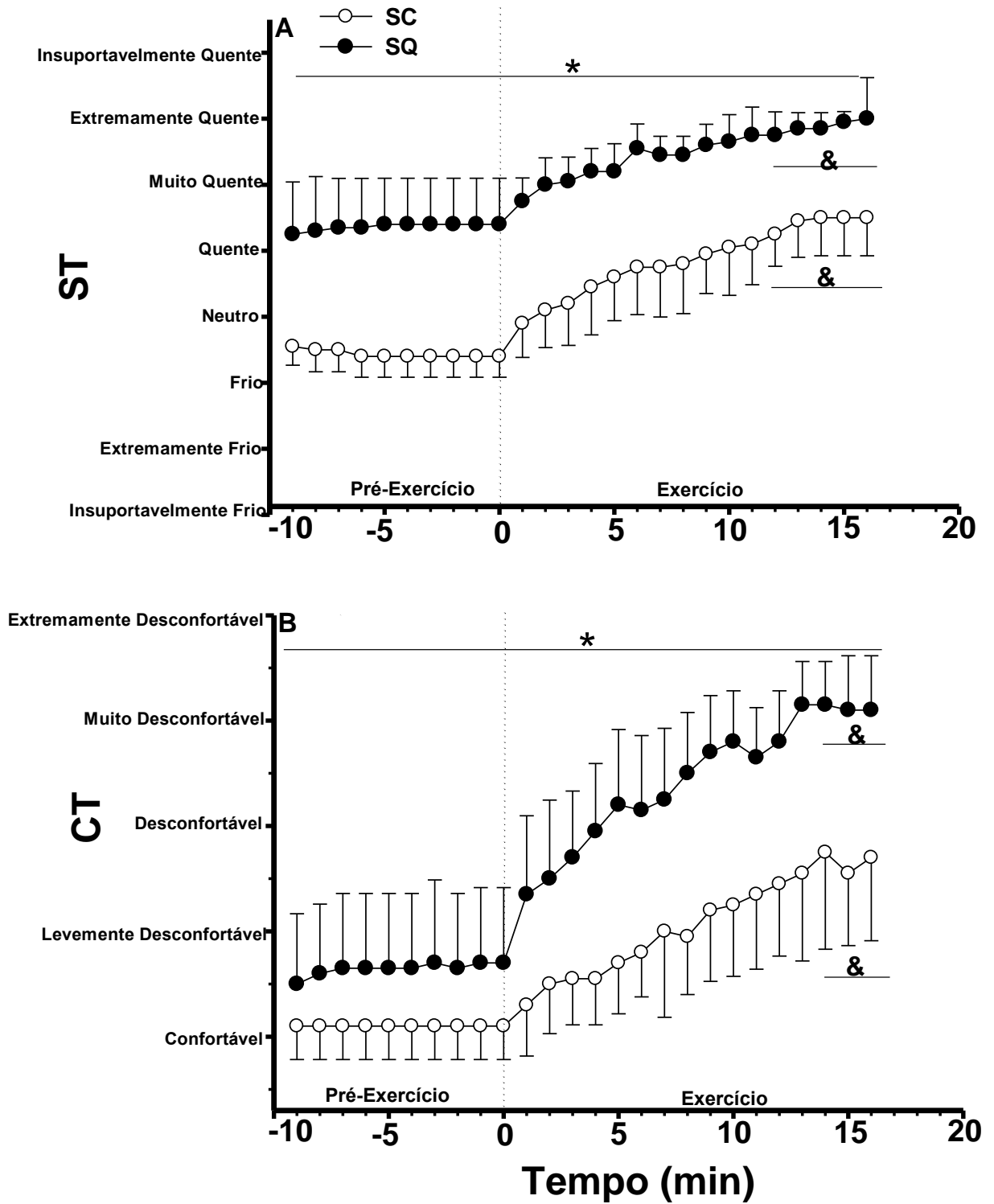


Figura 6. Sensação Térmica (A) e Conforto Térmico (B). SC: Sessão Controle; SQ: Sessão Quente; Média ± DPM ( $p < 0,05$ ). \*Diferença entre SC e SQ. &Diferença ao longo do tempo.

### **5.6. Percepção do Esforço e Sensação de Sede**

A figura 7A apresenta os resultados da PSE durante a sessão de HIIT nas sessões SC e SQ. Ao longo do tempo, foram observadas diferenças na sessão SQ no momento Exercício, sendo maiores os valores a partir do 12º minuto ( $p < 0,05$ ). Quando comparadas as sessões, foram observados maiores valores de PSE na sessão SQ em relação à SC (SC:  $14,0 \pm 0,1$  vs SQ:  $16,2 \pm 0,1$ ;  $p < 0,05$ ).

A figura 7B apresenta os resultados de sede durante a sessão de HIIT nas sessões SC e SQ. Ao longo do tempo, não foram observadas diferenças para ambas as sessões no momento Pré-Exercício ( $p > 0,05$ ), porém no momento Exercício ( $p < 0,05$ ) foram observados maiores valores em SQ a partir do 15º minuto ( $p < 0,05$ ). Quando comparadas as sessões, foram observados maiores valores de sede na sessão SQ em relação à SC no momento Exercício (SC:  $2,0 \pm 0,9$  vs SQ:  $3,4 \pm 1,0$ ;  $p < 0,05$ ).

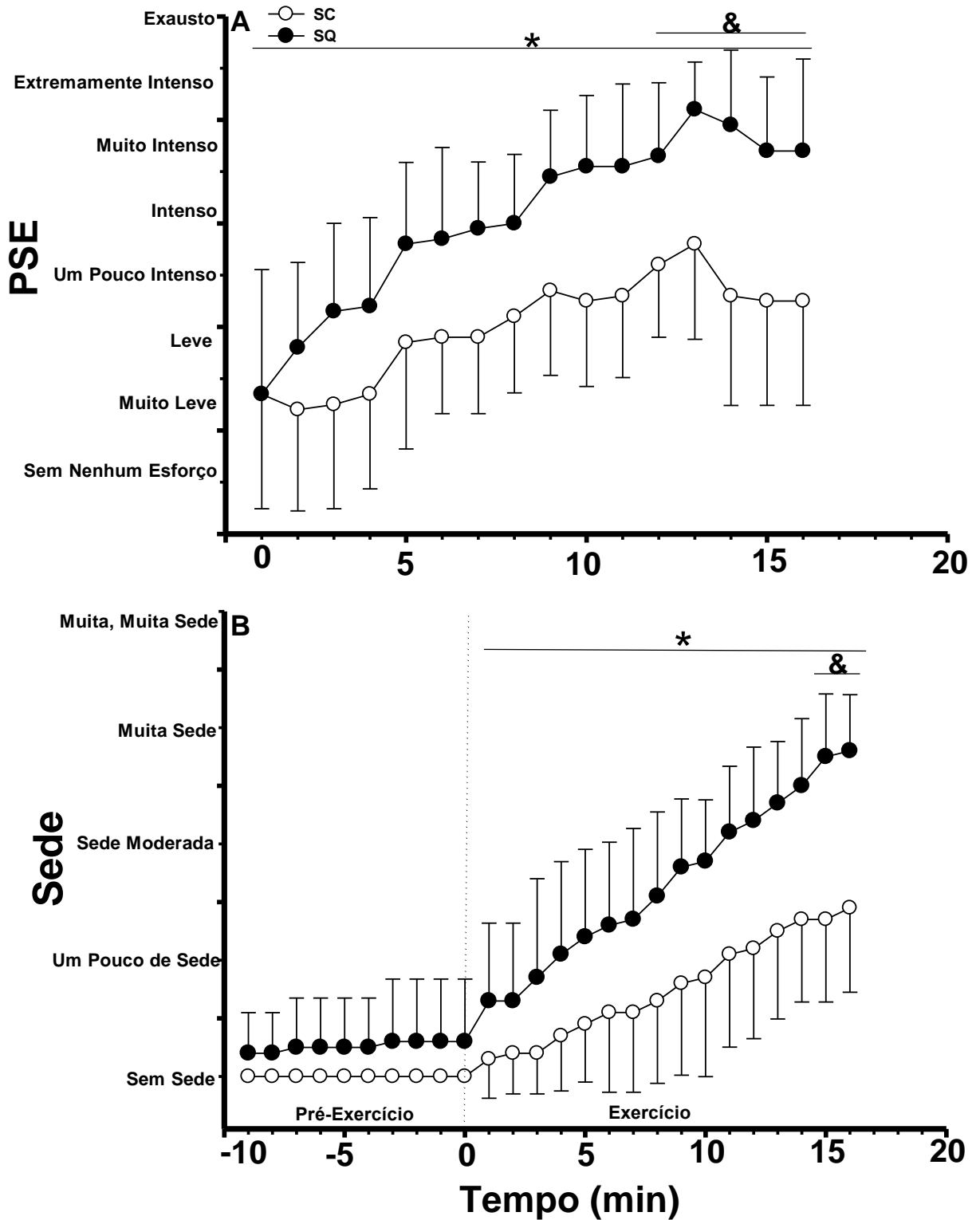


Figura 7. Percepção de Esforço (A) e Sede (B). SC: Sessão Controle; SQ: Sessão Quente; Média ± DPM ( $p < 0,05$ ). \*Diferença entre SC e SQ. &Diferença ao longo do tempo.



### **5.7.Acúmulo de Calor e Taxa de Acúmulo de Calor**

A figura 8A apresenta os resultados do AC durante a sessão de HIIT nas sessões SC e SQ. Ao longo do tempo, não foram observadas diferenças em ambas as sessões nos momentos Pré-Exercício e Exercício ( $p>0,05$ ). Quando comparadas as sessões, não foram observadas diferenças no AC entre as sessões SC e SQ (SC:  $24,6 \pm 6,0$  W/m<sup>2</sup> vs SQ:  $30,4 \pm 22,3$  W/m<sup>2</sup>;  $p>0,05$ ).

A figura 8A apresenta os resultados da TAC durante a sessão de HIIT nas sessões SC e SQ. Ao longo do tempo, não foram observadas diferenças em ambas as sessões nos momentos Pré-Exercício e Exercício ( $p>0,05$ ). Quando comparadas as sessões, não foram observadas diferenças na TAC entre as sessões SC e SQ (SC:  $0,9 \pm 0,7$  W/m<sup>2</sup>/min vs SQ:  $1,1 \pm 0,6$  W/m<sup>2</sup>/min;  $p>0,05$ ).

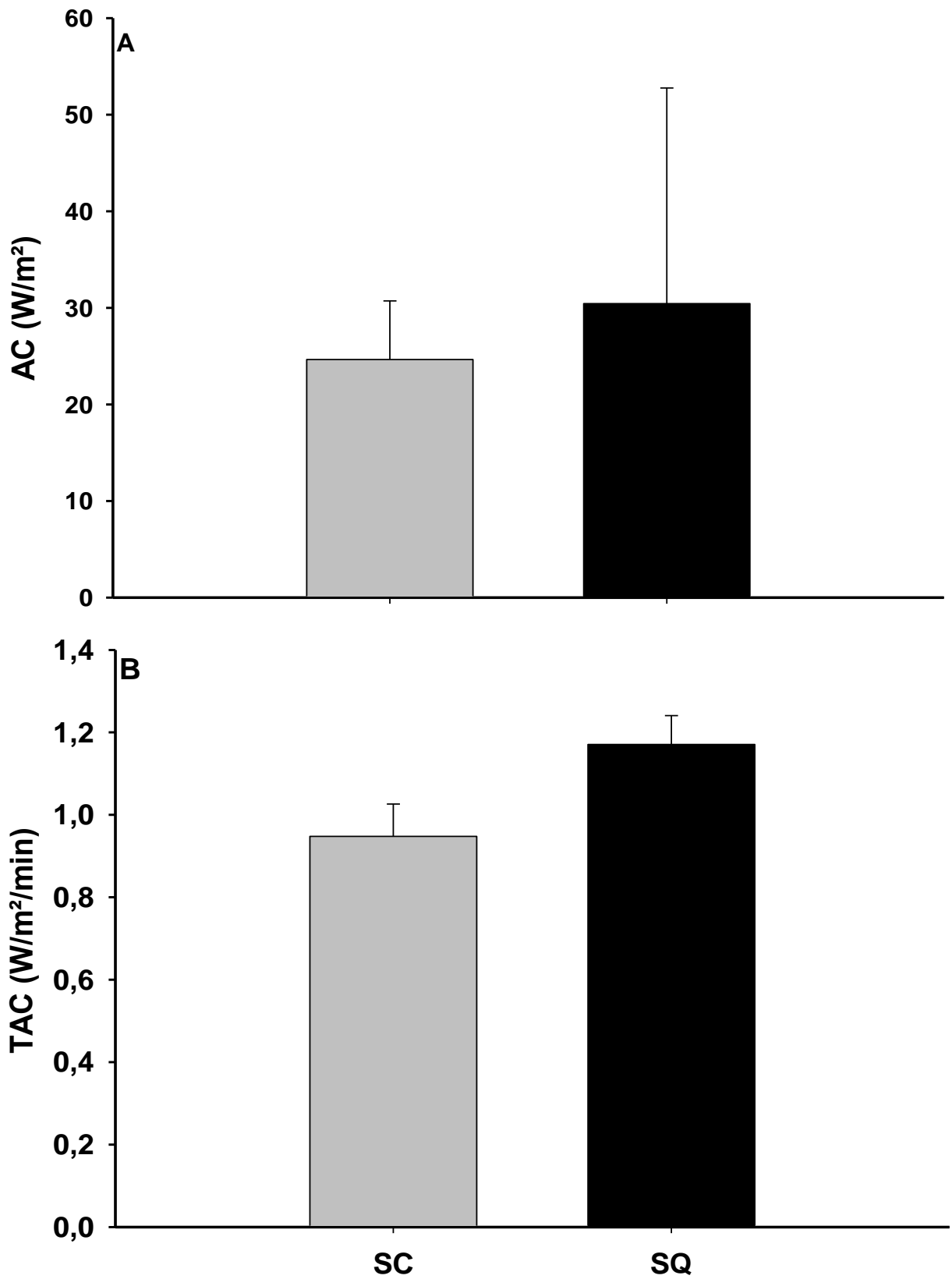


Figura 8. Acúmulo de Calor (A) e Taxa de Acúmulo de Calor (B). SC: Sessão Controle; SQ: Sessão Quente; Média  $\pm$  DPM ( $p < 0,05$ ).

### **5.8. Massa Corporal, Peso do *Short* e Taxa de Suor Corporal**

A figura 9A apresenta os resultados da massa corporal durante a sessão de HIIT nas sessões SC e SQ. Quando comparadas as sessões, não foram observadas diferenças na massa corporal entre SC e SQ (SC:  $77,9 \pm 7,5$  kg vs SQ:  $77,6 \pm 7,5$  kg;  $p > 0,05$ ).

A figura 9B apresenta os resultados do peso do *short* durante a sessão de HIIT nas sessões SC e SQ. Quando comparadas as sessões, não foram observadas diferenças no peso do *short* entre SC e SQ (SC:  $0,2 \pm 0,1$  g vs SQ:  $0,2 \pm 0,1$  g;  $p > 0,05$ ).

A figura 10 apresenta os resultados da TSC durante a sessão de HIIT nas sessões SC e SQ. Quando comparadas as sessões, não foram observadas diferenças na TSC entre SC e SQ (SC:  $0,5 \pm 0,1$  L/h vs SQ:  $0,6 \pm 0,1$  L/h;  $p > 0,05$ ).

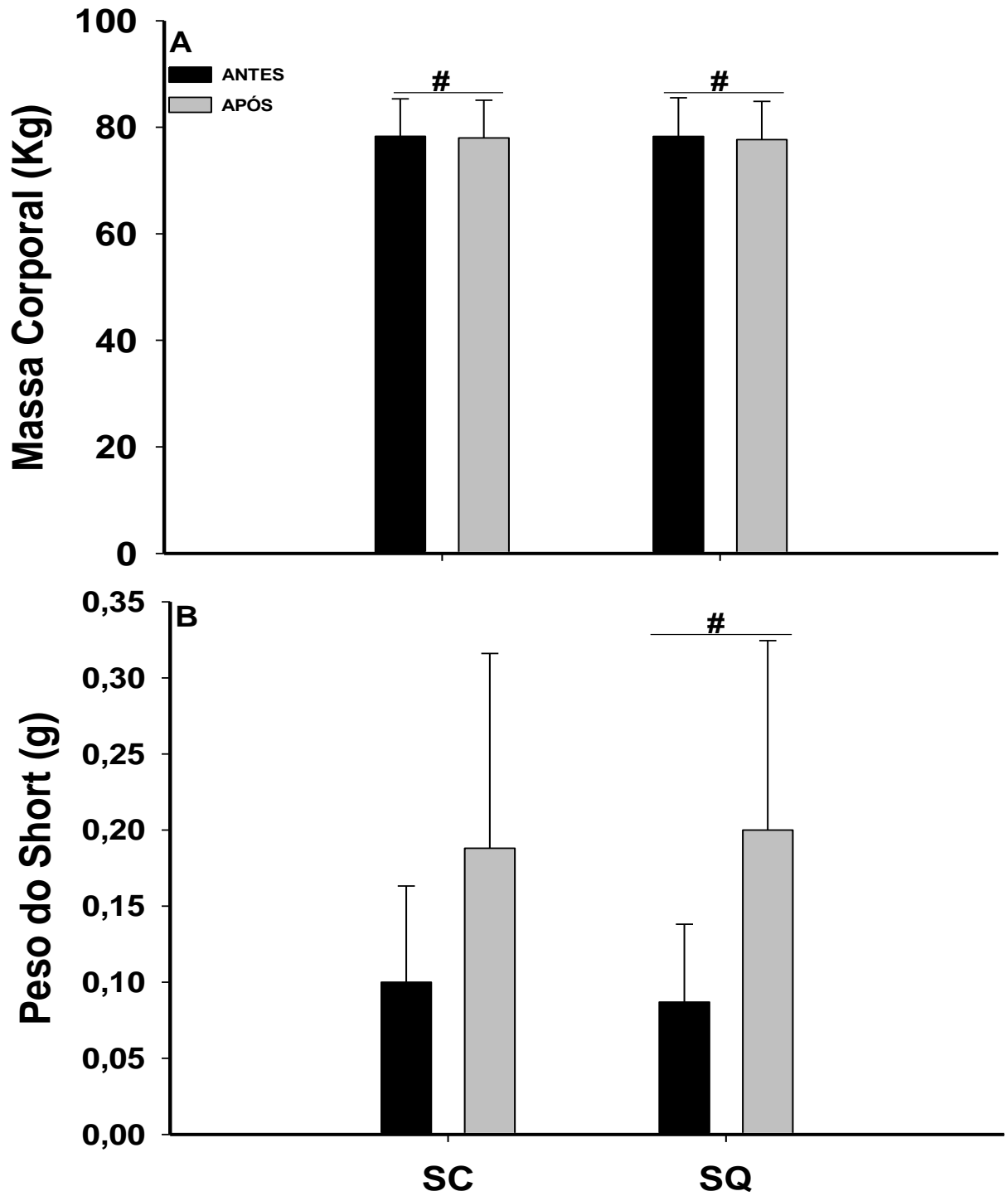


Figura 9. Massa Corporal (A) e Peso do *Short* (B). SC: Sessão Controle; SQ: Sessão Quente; Média  $\pm$  DPM ( $p < 0,05$ ). #Diferença entre antes e depois nas respectivas sessões SC e SQ.

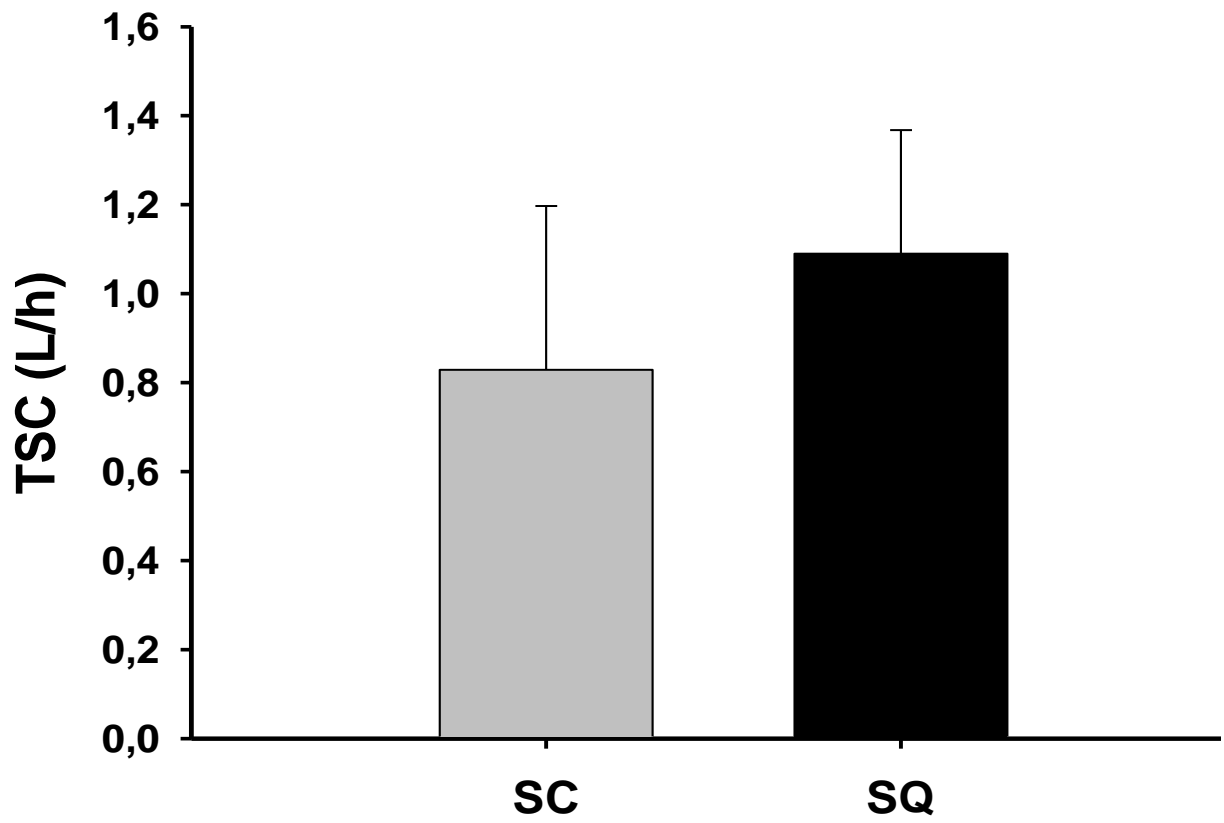


Figura 10. Taxa de Suor Corporal. SC: Sessão Controle; SQ: Sessão Quente; Média  $\pm$  DPM ( $p < 0,05$ ).

### 5.9. Gravidade Específica da Urina

A figura 11 apresenta os resultados da GEU durante a sessão de HIIT nas sessões SC e SQ. Quando comparadas as sessões, não foram observadas diferenças na GEU entre SC e SQ (SC:  $1018,8 \pm 11,3$  vs SQ:  $1017,6 \pm 8,5$ ;  $p > 0,05$ ).

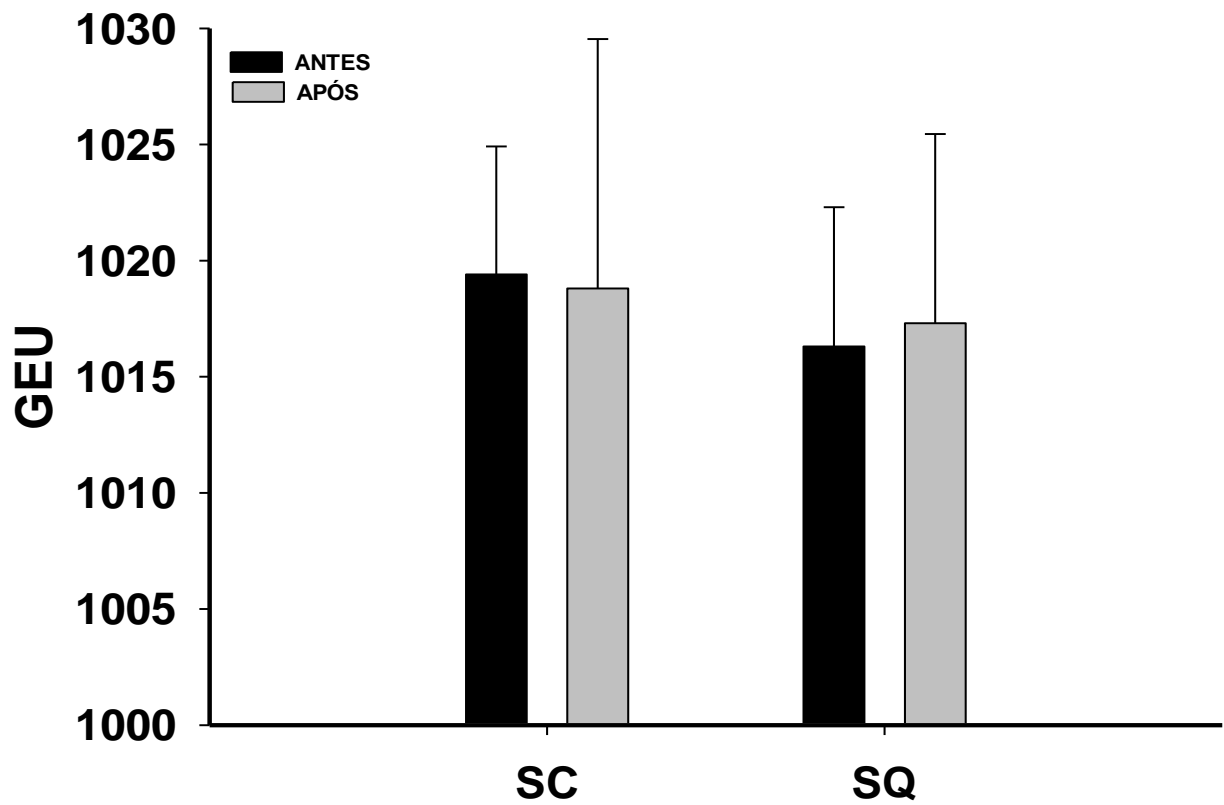


Figura 11. Gravidade Específica da Urina. SC: Sessão Controlada; SQ: Sessão Quente; Média  $\pm$  DPM ( $p < 0,05$ ).

### 5.10. Frequência Cardíaca

A figura 12 apresenta os resultados da FC durante a sessão de HIIT nas sessões SC e SQ. Ao longo do tempo, foram observados maiores valores em SQ a partir do 13º minuto no momento Exercício ( $p < 0,05$ ). Em SC não foi observada essa diferença ( $p > 0,05$ ). Quando comparadas as sessões, foram observados maiores valores de FC na sessão SQ em relação à SC (SC:  $143,4 \pm 8,3$  bpm vs SQ:  $159,9 \pm 12,3$  bpm;  $p < 0,05$ ).

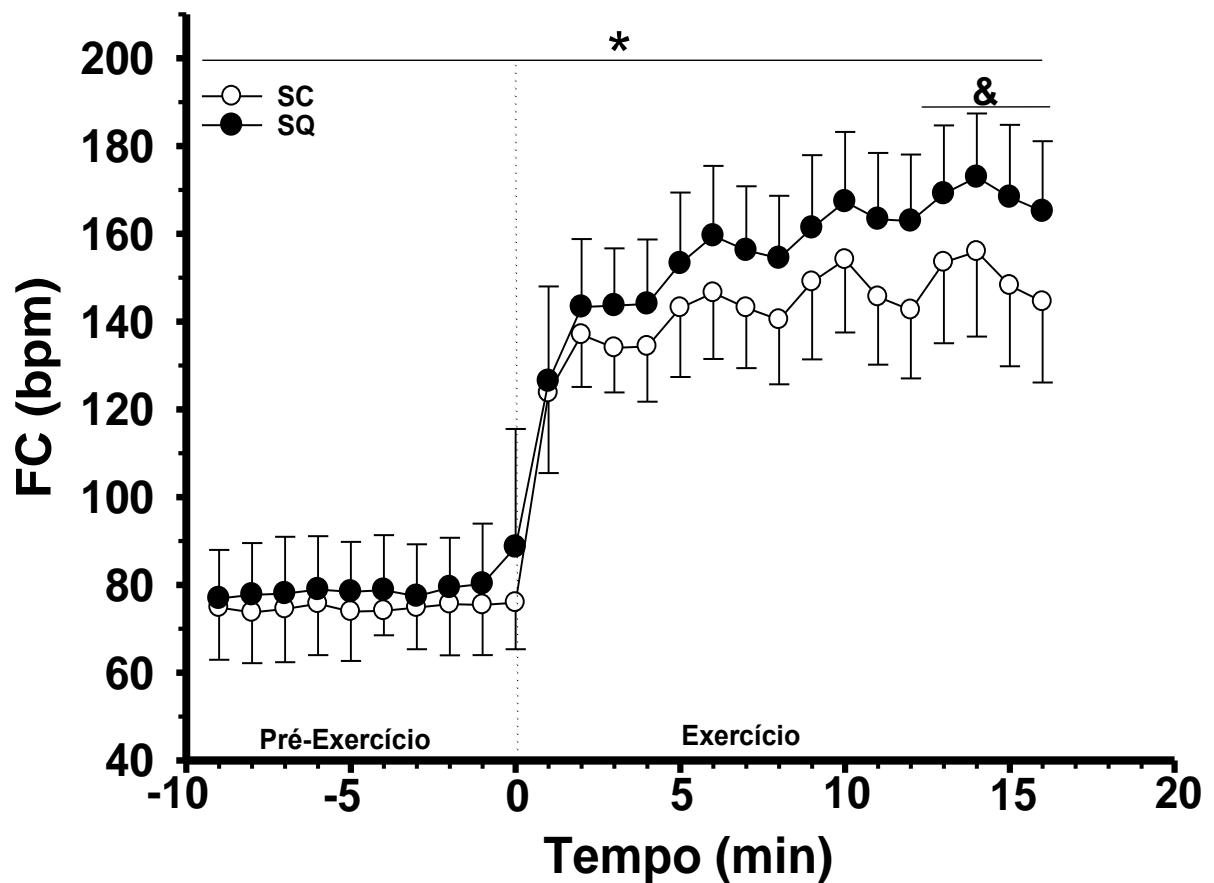


Figura 12. Frequência Cardíaca. Sessão Controle; SQ: Sessão Quente; Média  $\pm$  DPM ( $p < 0,05$ ). \*Diferença entre SC e SQ. &Diferença ao longo do tempo.

### 5.11. Pressão Arterial

A figura 13A apresenta os resultados da PAS durante a sessão de HIIT nas sessões SC e SQ. Quando comparadas as sessões, não foram observadas diferenças na PAS entre as sessões SQ e SC (SC:  $117,0 \pm 9,0$  mm/Hg vs SQ:  $111,0 \pm 5,3$  mm/Hg;  $p > 0,05$ ).

A figura 13B apresenta os resultados da PAD durante a sessão de HIIT nas sessões SC e SQ. Quando comparadas as sessões, não foram observadas diferenças na PAD entre as sessões SQ e SC (SC:  $85,0 \pm 6,7$  mm/Hg vs SQ:  $83,0 \pm 4,5$  mm/Hg;  $p > 0,05$ ).

A figura 13C apresenta os resultados da PAM durante a sessão de HIIT nas sessões SC e SQ. Quando comparadas as sessões, não foram observadas diferenças na PAM entre as sessões SQ e SC (SC:  $95,6 \pm 6,6$  mm/Hg vs SQ:  $92,3 \pm 3,3$  mm/Hg;  $p > 0,05$ ).



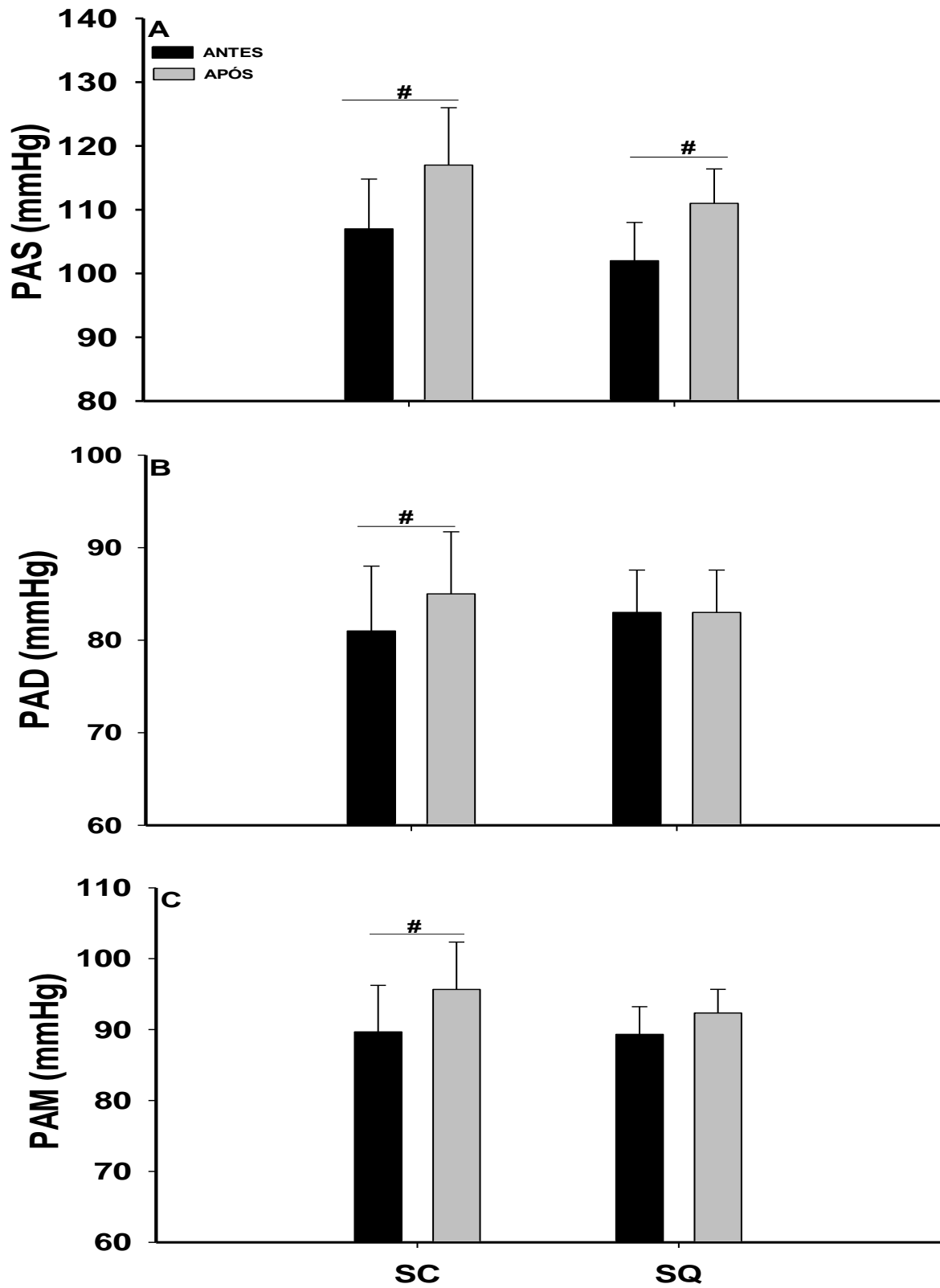


Figura 13. Pressão Arterial Sistólica (A), Pressão Arterial Diastólica (B) e Pressão Arterial Média (C). SC: Sessão Controle; SQ: Sessão Quente; Média  $\pm$  DPM ( $p < 0,05$ ). #Diferença entre antes e depois nas respectivas sessões SC e SQ.

### 5.12. Lactato

A figura 14 apresenta os resultados do lactato após a sessão de HIIT nas sessões SC e SQ. Quando comparadas as sessões, foram observados maiores valores na concentração de lactato na sessão SQ em relação à SC (SC:  $5,9 \pm 2,0$  mmol/L vs SQ:  $8,4 \pm 3,6$  mmol/L;  $p < 0,05$ ).

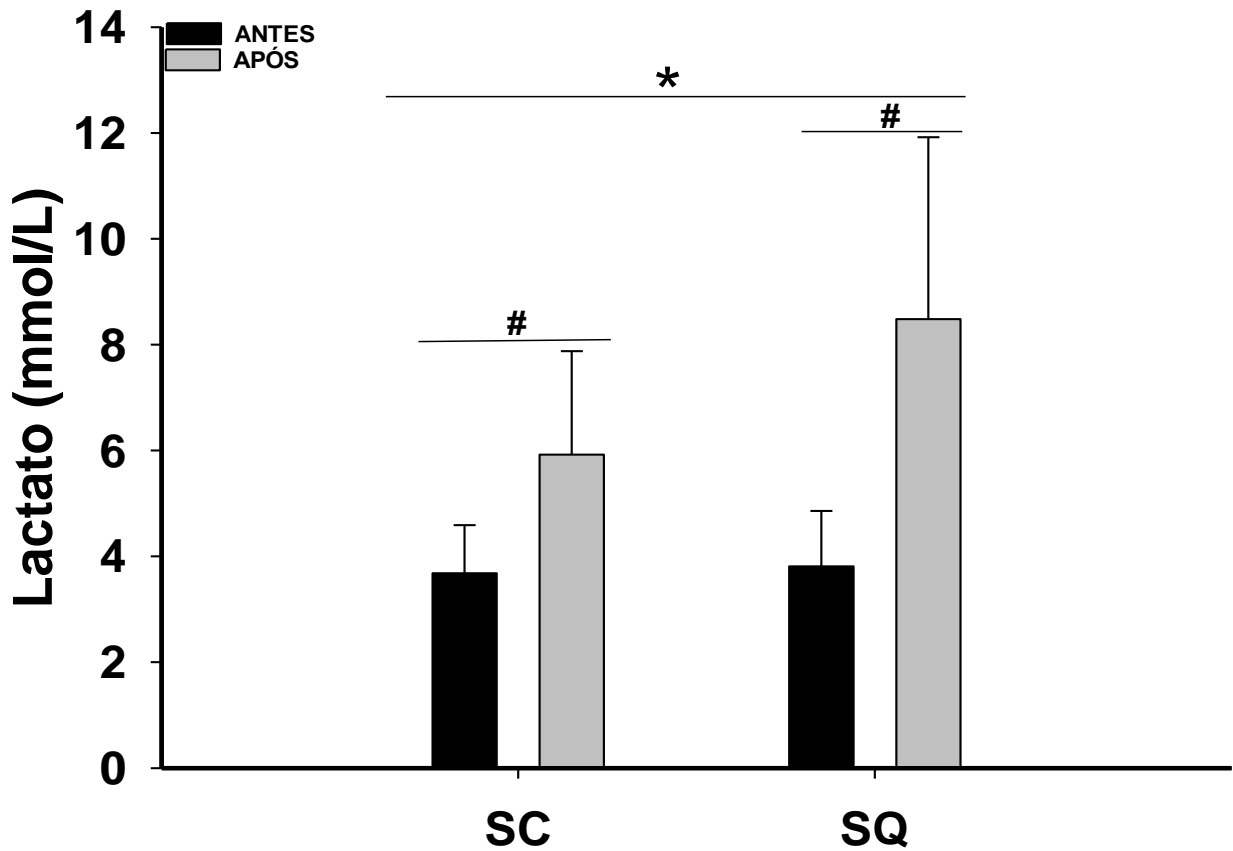


Figura 14. Concentrações de lactato. SC: Sessão Controle; SQ: Sessão Quente; Média  $\pm$  DPM ( $p < 0,05$ ). #Diferença entre antes e depois nas respectivas sessões SC e SQ. \*Diferença entre SC e SQ.

## 6. DISCUSSÃO

O presente trabalho teve como objetivo verificar os efeitos do ambiente quente sobre as respostas fisiológicas e perceptivas de ciclistas em uma sessão de treinamento intervalado de alta intensidade. Nossos resultados mostraram que o ambiente quente levou a alterações significativas nas respostas fisiológicas da  $T_{pele}$ , FC, lactato e nas perceptivas de ST, CT, PSE e sede. Por outro lado, não foram observadas diferenças nas respostas da  $T_{tgi}$ , PAS, PAD, PAM, massa corporal, peso do short, GEU, AC, TAC, TSC e velocidade.

Os principais achados dessa análise foram que o ambiente quente (Fig. 3A) teve influência sobre a  $T_{pele}$  (Fig. 5B), porém não afetou a  $T_{tgi}$  (Fig. 5A) e, apesar de ter influenciado as respostas de  $T_{pele}$  e perceptivas (Fig. 6; Fig. 7), não afetou a velocidade (Fig. 4) dos ciclistas em uma sessão de curta duração e alta intensidade.

Sabe-se que a produção endógena de calor está relacionada com a duração e intensidade do exercício (WINGO, 2015), assim como a magnitude da hipertermia (aumento da  $T_{central}$ ) é dependente do tempo de exercício em ambiente incompensável (FLOURIS, 2019). Ou seja, quanto maior a duração do exercício, maior produção de calor e maiores valores de  $T_{central}$ .

De acordo com Schlader *et al.* (2010), a redução do desempenho está associada ao aumento das percepções subjetivas. Crewe *et al.* (2008) verificaram, ao submeterem sete sujeitos a diferentes condições ambientais em *time trial*, que a PSE e o desempenho são inversamente proporcionais. Os resultados mostraram que houve menor tempo de exercício em ambiente quente (35°C), com maiores valores de  $T_{central}$  e de PSE.

Drust *et al.* (2005) ao investigarem os efeitos da hipertermia em exercício intermitente e *sprints* repetidos em ciclistas encontraram que as concentrações de lactato não foram superiores em ambiente quente comparado ao temperado, porém a  $T_{central}$  chegou a 40°C vs 20°C. Concluíram, então, que o efeito acumulativo de metabólitos não exerceram influência sobre o desempenho, isto é, redução da potência de pico nos *sprints*, mas sim a elevação da  $T_{central}$ .

Sunderland *et al.*, (2005) encontraram redução da velocidade de jogadores de *hockey* em corrida intermitente de alta intensidade em ambiente quente (30°C vs 19°C), maiores valores de PSE e de  $T_{central}$ . Entretanto, justificaram a queda do desempenho pela desidratação e baixa concentração de glicogênio muscular.

No presente estudo, a  $T_{tgi}$  (Fig. 5A) não diferiu entre as sessões, possivelmente atuando como fator contribuinte para a manutenção da velocidade dos ciclistas, apesar da PSE (Fig. 7A) ter sido mais elevada em SQ. Aparentemente, o momento pré-exercício (10min) associado ao protocolo de curta duração (16min) em ambiente quente não foi capaz de elevar significativamente a  $T_{tgi}$  quando comparado ao ambiente temperado.

A  $T_{pele}$  (Fig. 5B), diferente da  $T_{tgi}$ , foi maior em SQ desde o momento pré-exercício até o final do exercício. A pele recebe o calor do ambiente externo que passa para os vasos, chega ao coração que bombeia esse sangue para vários órgãos do corpo e passam o calor por condução de um para o outro, e o fluxo inverso também ocorre (LIM *et al.*, 2008). A resposta vasomotora (vasodilatação) ocorre de forma a dissipar calor para evitar o acúmulo e assim, ocorrer o equilíbrio térmico sem elevar a  $T_{central}$  a níveis críticos e evitar a hipertermia (FLOURIS *et al.*, 2015). Aparentemente houve dissipação suficiente de calor mesmo em ambiente quente, o que poderia justificar a não diferença entre sessões da  $T_{tgi}$ .

Outra possível resposta seria a compensabilidade do ambiente. O ambiente compensável é entendido como aquele que favorece a troca de calor entre o corpo e o ambiente, promovendo a perda de calor por evaporação. Quanto maior a temperatura e a UR do ambiente, menores condições para perda de calor efetiva e com isso maiores valores de  $T_{central}$  (CHARKOUDIAN, 2016). Não foram encontradas diferenças entre as sessões relativo à TSC, AC e TAC (Fig.9) sugerindo que o ambiente quente a 32°C foi compensável, permitindo a evaporação.

Assim, a  $T_{tgi}$  em SC e SQ não diferiram, apesar de ter sido observada contínua elevação em ambas. Entretanto, esses achados sugerem que somente a intensidade não afetou a  $T_{tgi}$ , necessitando de mais tempo de exercício ou temperatura acima de 32°C.

A ST (Fig. 6A) foi maior em SQ. As respostas de ST recebem influência da  $T_{pele}$  e tem caráter descritivo (FLOURIS *et al.*, 2015). Nesse aspecto, como a  $T_{pele}$  foi maior em SQ pode ter modulado a resposta de ST. Ainda, o CT (Fig. 6B) é principalmente modulado pela  $T_{central}$ , mas também pela  $T_{pele}$  (FLOURIS *et al.*, 2015; NYBO *et al.*, 2014), e foi relatado maior desconforto em SQ, sugerindo que a  $T_{pele}$  influenciou nas respostas perceptivas de ST e CT.

Friesen *et al.* (2017) ao investigarem o desempenho de ciclistas em três condições ambientais diferentes (frio: 15°C, normal: 25°C e quente: 35°C) a uma PSE fixa, obtiveram maiores valores de  $T_{pele}$  no pré-exercício e exercício, para  $T_{central}$  ao final do

exercício, redução do tempo e maiores valores nas respostas perceptivas de sensação e conforto térmico em ambiente quente. Sendo esses achados similares aos do presente trabalho.

Para a PSE (Fig. 7A), foram observados maiores valores na escala já a partir do 2ºmin de exercício em SQ, diferindo de SC que não apresentou diferença ao longo do tempo. Estudos apontam que a  $T_{pele}$  e a FC modulam a PSE (TAJINO *et al.*, 2007; ROMANOVSKY, 2014). O ambiente quente promoveu alterações na  $T_{pele}$ , na FC e pode ter contribuído para maior percepção de esforço.

Saunders *et al.* (2005) encontraram maiores valores de PSE,  $T_{pele}$ , FC e  $T_{central}$  ao avaliarem ciclistas em quatro tipos de ocasiões diferentes para a velocidade do ar em ambiente quente. Apesar dos resultados similares, no presente trabalho, a velocidade do ar foi de 0 km/h ao longo de todo o experimento, o que não favoreceu a perda de calor por convecção e evaporação, deixando o estado da pele ainda mais úmido, aumentando a  $T_{pele}$  e, por consequência, a PSE.

Uma das formas de analisar a perda hídrica é pela variação da massa corporal antes e após o exercício. A produção de suor é o fator que requer maior atenção em exercício em ambiente quente devido aos prejuízos que podem ser acarretados ao organismo quando desidratado (PÉRIARD, *et al.*, 2016). No suor estão presentes eletrólitos importantes como o  $Na^+$ . A produção de suor é relativa, ou seja, depende das propriedades vasomotoras de cada indivíduo, nível de atividade física e ASC (BERGERON, 2014).

SCHLADER *et al.* (2011) ao investigarem o efeito de um treino autorregulado em ambiente quente observaram maior taxa de suor local e associaram ao efeito do tempo, uma vez que o exercício era prolongado. Já Machado *et al.* (2018), compararam os efeitos na perda de líquido de um treinamento de HIIT de 20min com o peso do próprio corpo e encontraram diferença, sendo maior a perda para HIIT quando comparado ao MICT, sugerindo que a intensidade do exercício pode influenciar a taxa de sudorese.

Entretanto, não foram encontradas diferenças entre as sessões SC e SQ para a massa corporal, peso do *short*. Possivelmente o HIIT com 16min a 32°C não gera produção de suor expressiva.

A associação entre exercício físico e calor potencializa o estresse cardiovascular com aumento do débito cardíaco (PÉRIARD *et al.*, 2011). A resposta cardiovascular é indispensável para a dissipação de calor, são respostas fisiológicas para compensar o aumento do débito cardíaco, a partir da maior FC e menor volume sistólico via aumento

da inotropia e diminuição da pré-carga. A inotropia aumenta devido à hipovolemia central, pois o sangue se dispersa pelos vasos periféricos para dissipar calor por vasodilatação e suor, o retorno venoso diminui e a FC aumenta (CRAIG *et al.*, 2011).

Em estudos com atletas de *sprint*, não houve maiores valores de FC entre ambiente temperado e ambiente quente (NYBO *et al.*, 2001; GONZÁLEZ-ALONSO *et al.*, 2004). Parece não haver maior estresse cardiovascular associado a um único *sprint*. Entretanto, alguns estudos com *sprints* repetidos, a FC foi maior em ambiente acima de 30°C (DRUST *et al.*, 2005; GONZÁLEZ-ALONSO *et al.*, 2007). No presente trabalho a FC foi maior em SQ mesmo no período pré-exercício, sugerindo que o ambiente quente aumentou o estresse cardiovascular.

Para o protocolo de HIIT utilizado, a associação entre exercício de alta intensidade e ambiente quente não foram observadas diferenças entre as sessões para a PAS, PAD e PAM (Fig. 13A, B e C).

O lactato é o produto final da glicólise anaeróbia e é um marcador bioquímico de estresse metabólico (SPRIET *et al.*, 1987). O exercício no calor é capaz de aumentar as concentrações desse composto orgânico no sangue, como foi encontrado no estudo de González-Alonso *et al.* (2003). Para o lactato, maiores valores foram observados em SQ (Fig. 14), que indicam maior intensidade no HIIT em ambiente quente.

## 7. LIMITAÇÕES

Como limitações metodológicas podemos destacar primeiramente a obtenção do  $VO_{2max}$  por via indireta. Foi utilizado o cálculo proposto por Balke (1959) a partir do teste incremental máximo. Com essa limitação optamos por utilizar a carga externa máxima (W) atingida no teste incremental para a prescrição e o desempenho não foi avaliado por restrições do modelo do equipamento.

## 8. CONCLUSÃO

A partir da verificação dos efeitos do ambiente quente sobre as respostas fisiológicas e perceptivas de ciclistas em uma sessão de treinamento intervalado de alta intensidade pode-se concluir que a temperatura central e a pressão arterial não foram diferentes em ambiente quente, porém a temperatura da pele, frequência cardíaca e lactato foram maiores no ambiente quente. Já para as respostas perceptivas, sendo a sensação térmica, o conforto térmico, sede e percepção subjetiva do esforço foram maiores em ambiente quente. Enquanto que taxa de suor corporal, acúmulo de calor,

taxa de acúmulo de calor, massa corporal e peso do *short* não foram diferentes os valores entre as sessões. Sugerindo, assim, que o treinamento intervalado de alta intensidade e curta duração a 32°C altera as respostas perceptivas e algumas fisiológicas, mas outras respostas fisiológicas como a temperatura central e pressão arterial podem ser moduladas principalmente pela duração do exercício.

## REFERÊNCIAS

1. ADAIR, E. R. **Skin, preoptic, and core temperatures influence behavioral thermoregulation.** *J.Appl.Physiol.Respir.Environ.Exercise Physiol.*, v. 42, n. 4, p. 559–564, 1977.
2. ADAMSON, G. T. Circuit training. *Ergonomics*, v. 2, n. 2, p. 183–186, 1959.
3. ANDERSEN, Per; HENRIKSSON, Jan. **Capillary supply of the quadriceps femoris muscle of man: adaptive response to exercise.** *The Journal of physiology*, v. 270, n. 3, p. 677-690, 1977.
4. 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.
5. BENZINGER, Theodor H. **Heat regulation: homeostasis of central temperature in man.** *Physiological reviews*, v. 49, n. 4, p. 671-759, 1969.
6. BALKE, Bruno; WARE, Ray W. **The present status of physical fitness in the Air Force.** school of aviation medicine randolph afb tx, 1959.
7. BAKER, Julien Steven *et al.* **Sweat Rate Measurements After High Intensity Interval Training Using Body Weight.** *Brazilian Journal of Sports Medicine*, v. 24, n. 3, p. 197–201, 2018.
8. BALKE, B.; WARE, R. W. **An experimental study of physical fitness of Air Force personnel.** *United States Armed Forces medical journal*, v. 10, n. 6, p. 675–688, 1959.
9. BERGERON, Michael F. **Hydration and thermal strain during tennis in the heat.** *Br J Sports Med*, v. 48, n. Suppl 1, p. i12-i17, 2014.
10. BONNE, Thomas C. et al. **Phlebotomy eliminates the maximal cardiac output response to six weeks of exercise training.** *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, v. 306, n. 10, p. R752-R760, 2014.
11. BOYNTON, Jason R. et al. **Ambient Temperatures Effect on High Intensity Intervals in Well-Trained Cyclists.** *International journal of sports physiology and performance*, v. 1, n. aop, p. 1-24, 2019.
12. BORG, G. A. V. **Psychophysical bases of perceived exertion.** *Medicine and science in sports and exercise*. [S.l: s.n.], 1982
13. BUCHHEIT, Martin; LAURSEN, Paul B. **High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: Cardiopulmonary emphasis.** *Sports Medicine*, v. 43, n. 5, p. 313–338, 2013.
14. CASSIDY, Sophie *et al.* **High intensity intermittent exercise improves cardiac structure and function and reduces liver fat in patients with type 2 diabetes: a randomised controlled trial.** *Diabetologia*, v. 59, n. 1, p. 56–66, 2016.
15. CHARKOUDIAN, Nisha. **Human thermoregulation from the autonomic perspective.** *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical*, v. 196, p. 1–2, 2016.
16. 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.
17. 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.
18. Division of Neuroscience, Oregon National Primate Research Center, Oregon Health & Science University, 505 NW 185. p. 74–104, 2011.
19. CRAMER, Matthew N.; JAY, Ollie. **Biophysical aspects of human thermoregulation during heat stress.** *Autonomic Neuroscience*, v. 196, p. 3-13, 2016.



20. CRANDALL, Craig G.; WILSON, Thad E. **Human cardiovascular responses to passive heat stress.** *Comprehensive Physiology*, v. 5, n. 1, p. 17-43, 2011.
21. 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.
22. DOTAN, R.; BAR-OR, O. **Load optimization for the wingate anaerobic test.** *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, v. 51, n. 3, p. 409–417, 1983.
23. DUBOIS, 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.
24. DRUST, B. et al. **Elevations in core and muscle temperature impairs repeated sprint performance.** *Acta Physiologica Scandinavica*, v. 183, n. 2, p. 181-190, 2005.
25. EGAN, Brendan; ZIERATH, Juleen R. **Exercise metabolism and the molecular regulation of skeletal muscle adaptation.** *Cell metabolism*, v. 17, n. 2, p. 162-184, 2013.
26. FRANCOIS, Monique E.; LITTLE, Jonathan P. **Effectiveness and safety of high-intensity interval training in patients with type 2 diabetes.** *Diabetes Spectrum*, v. 28, n. 1, p. 39–44, 2015.
27. FLOURIS, Andreas D. **Functional architecture of behavioural thermoregulation.** *European journal of applied physiology*, v. 111, n. 1, p. 1-8, 2011.
28. FLOURIS, A. D.; SCHLADER, Z. J. **Human behavioral thermoregulation during exercise in the heat.** *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, v. 25, p. 52-64, 2015.
29. FEBBRAIO, Mark A. et al. **Muscle metabolism during exercise and heat stress in trained men: effect of acclimation.** *Journal of Applied Physiology*, v. 76, n. 2, p. 589-597, 1994.
30. FEBBRAIO, Mark A. et al. **Blunting the rise in body temperature reduces muscle glycogenolysis during exercise in humans.** *Experimental Physiology: Translation and Integration*, v. 81, n. 4, p. 685-693, 1996.
31. FTAITI, Foued et al. **Combined effect of heat stress, dehydration and exercise on neuromuscular function in humans.** *European journal of applied physiology*, v. 84, n. 1-2, p. 87-94, 2001.
32. GAESSER, Glenn A.; ANGADI, Siddhartha S. **High-intensity interval training for health and fitness: Can less be more?** *Journal of Applied Physiology*, v. 111, n. 6, p. 1540–1541, 2011.
33. GAGGE, A. P.; 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.
34. GIBALA, Martin J. et al. **Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease.** *Journal of Physiology*, v. 590, n. 5, p. 1077–1084, 2012.
35. GIBALA, Martin J.; JONES, Andrew M. **Physiological and performance adaptations to high-intensity interval training.** *Nestle Nutrition Institute Workshop Series*, v. 76, p. 51–60, 2013.
36. GIBALA, Martin J.; MCGEE, Sean L. **Metabolic Adaptations to Short-term High-Intensity Interval Training.** *Exercise and Sport Sciences Reviews*, v. 36, n. 2, p. 58–63, 2008.

37. GONZÁLEZ-ALONSO, José et al. **Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat.** *Journal of applied physiology*, v. 86, n. 3, p. 1032-1039, 1999.
38. GROSSMAN, Joan A.; ARIGO, Danielle; BACHMAN, Jessica L. **Meaningful weight loss in obese postmenopausal women: A pilot study of high-intensity interval training and wearable technology.** *Menopause*, v. 25, n. 4, p. 465–470, 2018.
39. HAMMEL, H T; PIERCE, J B. **Regulation of Internal Body Temperature.** *Annual Review of Physiology*, v. 30, n. 1, p. 641–710, 1968.
40. HARDY, D; NWD, U S. *Physiology of Temperature. Regulation*, 1952.
41. HOLLOSZY, J O; BOOTH, F W. **Biochemical Adaptations to Endurance Exercise in Muscle.** *Annual Review of Physiology*, v. 38, n. 1, p. 273–291, 1976.
42. HOUSH, Terry J. et al. **Mechanomyographic and electromyographic responses during submaximal cycle ergometry.** *European journal of applied physiology*, v. 83, n. 4-5, p. 381-387, 2000.
43. HOLLOSZY, John O.; COYLE, Edward F. **Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences.** *Journal of applied physiology*, v. 56, n. 4, p. 831-838, 1984.
44. HICKSON, R. C.; BOMZE, H. A.; HOLLOSZY, J. O. **Linear increase in aerobic power induced by a strenuous program of endurance exercise.** *Journal of Applied Physiology*, v. 42, n. 3, p. 372-376, 1977.
45. JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. **Generalized equations for predicting body density of men.** *British Journal of Nutrition*, v. 40, n. 3, p. 497–504, 1978.
46. JOYNER, Michael J.; COYLE, Edward F. **Endurance exercise performance: the physiology of champions.** *The Journal of physiology*, v. 586, n. 1, p. 35-44, 2008.
47. KRAVITZ, L. **ACSM information on high-intensity interval training.** *American College of Sports Medicine*, p. 1–2, 2011.
48. LACERDA, Ana Cristina R. et al. **Acute heat exposure increases high-intensity performance during sprint cycle exercise.** *European Journal of Applied Physiology*, v. 99, n. 1, p. 87–93, 2007.
49. LARSEN, Steen et al. **Biomarkers of mitochondrial content in skeletal muscle of healthy young human subjects.** *The Journal of physiology*, v. 590, n. 14, p. 3349-3360, 2012.
50. LIM, Chin Leong; BYRNE, Chris; LEE, Jason K.W. **Human thermoregulation and measurement of body temperature in exercise and clinical settings.** *Annals of the Academy of Medicine Singapore*, v. 37, n. 4, p. 347–353, 2008.
51. LITTLE, Jonathan P. et al. **An acute bout of high-intensity interval training increases the nuclear abundance of PGC-1 $\alpha$  and activates mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle.** *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, v. 300, n. 6, p. R1303-R1310, 2011.
52. MACINNIS, Martin J. et al. **Superior mitochondrial adaptations in human skeletal muscle after interval compared to continuous single-leg cycling matched for total work.** *Journal of Physiology*, v. 595, n. 9, p. 2955–2968, 2017.
53. MACINNIS, Martin J.; GIBALA, Martin J. **Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity.** *Journal of Physiology*, v. 595, n. 9, p. 2915–2930, 2017.
54. MORRISON, Shaun F.; NAKAMURA, Kazuhiro. **Central neural pathways for thermoregulation.** *Frontiers in bioscience: a journal and virtual library*, v. 16, p. 74, 2011.

55. MONTERO, David; DIAZ-CañESTRO, Candela; LUNDBY, Carsten. **Endurance Training and V' O<sub>2</sub>max: Role of Maximal Cardiac Output and Oxygen Extraction.** 2015.
56. MION JUNIOR, Decio; MACHADO, Carlos Alberto; GOMES, Marco Antonio Mota; *et al.* **IV Diretrizes brasileiras de hipertensão arterial.** *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, São Paulo, v. 82, p. 1-22, 2004.
57. NISHI, Y.; GAGGE, A. P. **Effective temperature scale useful for hypo-and hyperbaric environments.** *Aviation, space, and environmental medicine*, v. 48, n. 2, p. 97-107, 1977.
58. NADEL, Ethan R.; BULLARD, Robert W.; STOLWIJK, J. A. **Importance of skin temperature in the regulation of sweating.** *Journal of applied physiology*, v. 31, n. 1, p. 80-87, 1971.
59. NASSIS, George P. *et al.* **The association of environmental heat stress with performance: Analysis of the 2014 FIFA World Cup Brazil.** *British Journal of Sports Medicine*, v. 49, n. 9, p. 609–613, 2015.
60. 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.
61. NEAL, R. A. *et al.* **Effect of short-term heat acclimation with permissive dehydration on thermoregulation and temperate exercise performance.** *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, v. 26, n. 8, p. 875–884, 2016.
62. NIELSEN, Bodil; NYBO, Lars. **Cerebral changes during exercise in the heat.** *Sports Medicine*, v. 33, n. 1, p. 1–11, 2003.
63. NIMMO, M. A *et al.* **The effect of physical activity on body fat.** *Diabetes, Obesity and Metabolism*, v. 15, n. Suppl. 3, p. 51–60, 2013.
64. NYBO, Lars; NIELSEN, Bodil. **Perceived exertion is associated with an altered brain activity during exercise with progressive hyperthermia.** *Journal of Applied Physiology*, v. 91, n. 5, p. 2017-2023, 2001.
65. NIELSEN, Bodil *et al.* **Brain activity and fatigue during prolonged exercise in the heat.** *Pflügers Archiv*, v. 442, n. 1, p. 41-48, 2001.
66. OLSON, Michele. **Tabata: It'sa HIIT!**. *ACSM'S Health & Fitness Journal*, v. 18, n. 5, p. 17-24, 2014.
67. POLLOCK, M. L.; WILMORE, J. H. **Atividade física na saúde e na doença.** Rio de Janeiro, Medsi, 1993.
68. RAMANATHAN, N. L. **a New Weighting System for Mean Surface Temperature of the Human Body.** *Journal of applied physiology*, v. 19, p. 531–533, 1964.
69. ROWELL, L. B. **Cardiovascular aspects of human thermoregulation.** *Circulation Research*, v. 52, n. 4, p. 367-379, 1983.
70. ROMANOVSKY, Andrej A. **Skin temperature: its role in thermoregulation.** *Acta physiologica*, v. 210, n. 3, p. 498-507, 2014.
71. SALTIN, Bengt. **Cardiovascular adaptations to physical training.** n. 46, 1983.
72. SAUNDERS, A. G. *et al.* **The effects of different air velocities on heat storage and body temperature in humans cycling in a hot, humid environment.** *Acta Physiologica Scandinavica*, v. 183, n. 3, p. 241–255, 2005.
73. SUNDERLAND, Caroline; NEVILL, Mary E. **High-intensity intermittent running and field hockey skill performance in the heat.** *Journal of sports sciences*, v. 23, n. 5, p. 531-540, 2005.
74. SAWKA, MN *et al.* **Sawka-Physiologic tolerance to uncompensable heat** 141. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 33, n. 3, p. 422–430, 2001.
75. SOLTANI, Mohammad; AGHAEI BAHMANBEGLOU, Neda; AHMADIZAD, Sajad. **High-intensity interval training irrespective of its intensity improves markers**

- of blood fluidity in hypertensive patients.** *Clinical and Experimental Hypertension*, v. 0, n. 0, p. 1–6, 2019.
76. SIMON, Harvey B. **Hyperthermia.** *New England Journal of Medicine*, v. 329, n. 7, p. 483-487, 1993.
77. SCHLADER, Zachary J. et al. **Orderly recruitment of thermoeffectors in resting humans.** *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, v. 314, n. 2, p. R171-R180, 2017.
78. SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes (2017-2018).** 2017.
79. SPRIET, L. L. et al. **Skeletal muscle glycogenolysis, glycolysis, and pH during electrical stimulation in men.** *Journal of Applied Physiology*, v. 62, n. 2, p. 616-621, 1987.
80. STUTTS, Wanda C. **Physical Activity Determinants in Adults.** *AAOHN Journal*, v. 50, n. 11, p. 499–507, 2002.
81. TABATA, Izumi *et al.* **Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO<sub>2</sub>max.** *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 28, n. 10, p. 1327–1330, 1996.
82. TUCKER, Patrick S. *et al.* **High intensity interval training favourably affects antioxidant and inflammation mRNA expression in early-stage chronic kidney disease.** *Free Radical Biology and Medicine*, v. 89, p. 466–472, 2015.
83. TYLER, Christopher J. *et al.* **The Effects of Heat Adaptation on Physiology, Perception and Exercise Performance in the Heat: A Meta-Analysis.** *Sports Medicine*, v. 46, n. 11, p. 1699–1724, 2016.
84. VIANA, Ricardo Borges *et al.* **Is interval training the magic bullet for fat loss? A systematic review and meta-analysis comparing moderate-intensity continuous training with high-intensity interval training (HIIT).** *British Journal of Sports Medicine*, v. 53, n. 10, p. 655–664, 2019.
85. WALTERS, T. J. et al. **Exercise in the heat is limited by a critical internal temperature.** *Journal of applied physiology*, v. 89, n. 2, p. 799-806, 2000.
86. WILSON, Thad E. et al. **Heat stress reduces cerebral blood velocity and markedly impairs orthostatic tolerance in humans.** *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, v. 291, n. 5, p. R1443-R1448, 2006.
87. WINGO, J. E. **Exercise intensity prescription during heat stress: A brief review.** *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, v. 25, n. S1, p. 90–95, 2015.
88. WISLOFF, Ulrik *et al.* **Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: A randomized study.** *Circulation*, v. 115, n. 24, p. 3086–3094, 2007.

## ANEXOS

### ANEXO 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO

Você está sendo convidado a participar como voluntário da pesquisa intitulada “**Efeitos do ambiente quente sobre as respostas fisiológicas e perceptivas de ciclistas em uma sessão de treinamento intervalado de alta intensidade**”. O intuito da pesquisa é verificar a capacidade do organismo a adaptar-se a um ambiente quente sob condições de estresse por calor ao realizar um protocolo agudo de exercício de alta intensidade e curta duração. O reduzido número de estudos ou, ainda, as controversas encontradas na literatura avaliando as respostas termorregulatórias a um protocolo agudo com exercício de alta intensidade em condições de calor despertaram o interesse em analisar tais situações a fim de aumentar o acervo literário da área.

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

#### ➤ **1ª Visita**

- Você deverá chegar ao laboratório às 08:00 (oito horas);
- Na primeira sessão será explicado o protocolo experimental;
- Assinatura do TCLE;
- Em seguida serão realizadas medidas antropométricas, peso e estatura;
- Aplicação do questionário Physical Activity Readness Questionnaire (PARQ) e o *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ)
- Teste de Esforço Máximo (Teste de Balke).

#### ➤ **2ª Visita**

- Familiarização
- Protocolo de HIIT (Wisloff)
- Ambiente Quente » 32°C, 55% UR
- Escalas
- SEM USO DE APARATOS DE TEMPERATURA e PA

#### ➤ **3ª Visita**

- Protocolo HIIT (variação da temperatura ambiente)

➤ **4ª Visita**

- Protocolo HIIT (variação da temperatura ambiente)

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 de maior temperatura 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 sinta necessidade. A pesquisa poderá contribuir para o entendimento dos mecanismos associados à manutenção da homeostase térmica em exercício de alta intensidade sob estresse térmico, 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. 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 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, Telexercício físicoone: 31- 38992766, Email: thales.gomes@ufv.br

**ANEXO 2 -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 3 – QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA – IPAQ - VERSÃO CURTA

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

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

Para responder as questões lembre que:

➤ a  
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

**ANEXO 4 – ESCALA DE PERCEPÇÃO DE ESFORÇO DE BORG**

<b>6</b>	<b>SEM NENHUM ESFORÇO</b>
<b>7</b>	
<b>8</b>	<b>EXTREMAMENTE LEVE</b>
<b>9</b>	<b>MUITO LEVE</b>
<b>10</b>	
<b>11</b>	<b>LEVE</b>
<b>12</b>	
<b>13</b>	<b>UM POUCO INTENSO</b>
<b>14</b>	
<b>15</b>	<b>INTENSO</b>
<b>16</b>	
<b>17</b>	<b>MUITO INTENSO</b>
<b>18</b>	
<b>19</b>	<b>EXTREMAMENTE INTENSO</b>
<b>20</b>	<b>EXAUSTO</b>

**ANEXO 5 – ESCALA DE SENSAÇÃO TÉRMICA**

<b>1</b>	<b>INSUPOORTAVELMENTE FRIO</b>
<b>2</b>	<b>EXTREMAMENTE FRIO</b>
<b>3</b>	<b>MUITO FRIO</b>
<b>4</b>	<b>FRIO</b>
<b>5</b>	<b>FRESCO</b>
<b>6</b>	<b>LEVEMENTE FRESCO</b>
<b>7</b>	<b>NEUTRO</b>
<b>8</b>	<b>LEVEMENTE MORNO</b>
<b>9</b>	<b>MORNO</b>
<b>10</b>	<b>QUENTE</b>
<b>11</b>	<b>MUITO QUENTE</b>
<b>12</b>	<b>EXTREMAMENTE QUENTE</b>
<b>13</b>	<b>INSUPOORTAVELMENTE QUENTE</b>

**ANEXO 6 – ESCALA DE CONFORTO TÉRMICO**

<b>1.0</b>	<b>CONFORTÁVEL</b>
<b>1.5</b>	
<b>2.0</b>	<b>LEVEMENTE DESCONFORTÁVEL</b>
<b>2.5</b>	
<b>3.0</b>	<b>DESCONFORTÁVEL</b>
<b>3.5</b>	
<b>4.0</b>	<b>MUITO DESCONFORTÁVEL</b>
<b>4.5</b>	
<b>5.0</b>	<b>EXTREMAMENTE DESCONFORTÁVEL</b>