

Kenya Paula Moreira Oliveira

**EFEITO DO PROTETOR SOLAR SOBRE A FADIGA DURANTE
CORRIDA COM EXPOSIÇÃO AO SOL**

Belo Horizonte

2009

Kenya Paula Moreira Oliveira

**EFEITO DO PROTETOR SOLAR SOBRE A FADIGA DURANTE
CORRIDA COM EXPOSIÇÃO AO SOL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação M/D em Ciências do Esporte da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Educação Física.

Orientador: Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues
Co-orientador: Bernardo Faria Gontijo Assunção

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional – UFMG

2009



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

Dissertação intitulada "*Efeito do protetor solar sobre a fadiga durante corrida com exposição ao sol*" de autoria da mestranda Kenya Paula Moreira Oliveira, aprovada pela seguinte banca examinadora:

Prof. Dr. Fabiano Trigueiro Amorim

Prof. Dr. Emerson Silami Garcia

Prof. Dr. Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues

Prof. Dr. Hebert Hugrinowitsh

Coordenador do Programa de Pós-Graduação M/D em Ciências do Esporte – UFMG

Belo Horizonte, 25 de março de 2009

AGRADECIMENTOS

Ao professor Lor pela dedicação e confiança, por estimular minha curiosidade e por me ensinar a fazer pesquisa com ética, entusiasmo e incertezas.

Ao professor Bernardo Gontijo pela contribuição e pelos ensinamentos referentes aos protetores solares e às questões dermatológicas inerentes neste trabalho.

Ao professor Lucas Ferreira da Faculdade de Farmácia que esclareceu minhas dúvidas, bem como participou da construção dos métodos e técnicas de utilização e aplicação dos protetores solares.

Aos professores Danusa Soares, Nilo Lima e Emerson Silami-Garcia por todo aprendizado que me foi oferecido durante a graduação e o mestrado.

Aos voluntários um agradecimento especial pela participação, motivação e envolvimento.

Aos colegas do LAFISE que colaboraram na coleta de dados e/ou contribuíram com críticas e sugestões importantes: Renata Passos, Milene Malheiros, Michele Macedo, Roberta Miranda, Ivana Fonseca, Luciana Madeira, Francisco Coelho, Jacqueline Freitas, Juliana Guimarães, Lucas Mortimer, Lucas Lima, Thiago Mendes, Moisés Vieira, Guilherme Passos, Bernardo Moreira, André Maia, Débora Lacerda, João Pinto, João Batista, Diego Alcântara, Angelo Martini e Aparecida Vasconcelos.

Às alunas de iniciação científica Júnior, Izabela Reis e Paulline Fernandes e ao Allan Gomes, João Flávio e Cassiana que auxiliaram na coleta de dados.

Ao Centro Esportivo Universitário pela colaboração na coleta de dados, em especial aos funcionários Arnaldo Figueira e Luiz Cláudio.

Ao professor Leszek Szmuchrowshi e à mestranda Jaciele pelo auxílio no uso dos monitores de frequência cardíaca.

Ao Léo que acompanhou meu esforço, sempre presente e disponível, agradeço pelo apoio, companheirismo e paciência.

Aos meus amigos e familiares, principalmente às minhas irmãs que “forçosamente” aprenderam sobre termorregulação para me auxiliar na coleta de dados.

E, finalmente, à todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a construção deste trabalho.

RESUMO

Os protetores solares possuem certa resistência à água e ao suor, mas ainda não está claro se estes produtos podem interferir na produção, secreção ou evaporação do suor e, principalmente, se essa interferência pode influenciar na termorregulação dos seres humanos. Durante exercícios de média e longa duração, principalmente aqueles realizados em ambientes quentes, a termorregulação ao calor é um fator importante no desenvolvimento da fadiga. Assim, caso o protetor solar interfira nas respostas termorregulatórias, alguma alteração na fadiga poderia ser observada. De acordo com a literatura analisada, esta hipótese ainda não foi testada. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de dois tipos de protetores solares na fadiga durante corrida em ambiente quente com exposição ao sol. Participaram deste estudo doze voluntários, seis homens e seis mulheres, que autorizaram sua participação mediante assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido. Foi utilizado um protocolo de exercício intervalado com velocidade auto-regulada, no qual os voluntários corriam 10 km ao ar livre no menor tempo possível, sendo cinco estágios de 2 km com intervalos de cinco minutos entre os estágios. Foram realizadas três situações experimentais: sem protetor solar (CON), com protetor solar em loção (PS1) e com protetor solar em creme, altamente resistente ao suor (PS2). Os voluntários realizaram o experimento em grupos de três, de forma que em cada dia experimental (mesmo ambiente) eram realizadas 3 situações diferentes. As variáveis analisadas foram: velocidade de corrida, taxas de sudorese total e local, número de glândulas sudoríparas ativadas, temperaturas retal e da pele, frequência cardíaca, percepção subjetiva do esforço, conforto térmico, estado de hidratação, índice de estresse fisiológico, taxa de armazenamento de calor e gasto energético. Durante os experimentos foram medidas as condições ambientais (temperaturas, estresse térmico, umidade relativa do ar, velocidade do vento e luminosidade). Para análise das variáveis paramétricas foi utilizado ANOVA two-way ou three-way com medidas repetidas ($p < 0,05$). Para análise das variáveis não-paramétricas foi utilizado teste de Wilcoxon ($p < 0,05$). Os resultados mostraram que não houve diferença entre as situações experimentais em nenhuma das variáveis analisadas. Em comparação com os homens, as mulheres apresentaram maior número de glândulas sudoríparas ativadas por cm^2 e menores velocidade de corrida, taxas de sudorese total e local, temperatura da pele, conforto térmico e gasto energético. Pode-se concluir que a aplicação de protetor solar não afeta o desempenho, bem como não altera as variáveis fisiológicas e comportamentais analisadas neste estudo.

Palavras-chave: protetor solar, termorregulação, fadiga

ABSTRACT

Sunscreens may be water and sweat resistant, but it is unknown if they affect the production, secretion and evaporation of sweat and, hence, impair human thermoregulation. During prolonged or mild duration exercises, mainly those carried out in hot environments, thermoregulation plays a key role in the development of fatigue. If sunscreens indeed interfere with thermoregulatory mechanisms, then one would expect changes in fatigue. According to our literature review, this hypothesis has not been tested yet. Therefore, this study aims to evaluate the effect of two different types of sunscreen on fatigue during running in hot environments with sun exposure. Twelve voluntaries (six males and six females) gave their written consent to participate. A self-pace interval exercise protocol was applied and the voluntaries performed five 2 km-sessions with a 5-minute passive recovery between the sessions. Three experimental trials were carried out: a control without sunscreen (CON), one with a lotion sunscreen (SC1) and another with a cream sunscreen (SC2). Voluntaries were tested in groups of three, in the same environment, so that each of the subjects in a group was evaluated for one of the trials mentioned above. Measurements included running velocity, whole and local sweat rate, number of activated sweat glands, heart rate, rating of perceived exertion, thermal comfort, hydration status, physiological stress index, rate of heat storage and energy expenditure. Environmental conditions (temperature, thermal stress, relative humidity, wind velocity and luminosity) were monitored during the trials. Parametric variables were analyzed using ANOVA two-way or three-way with repeated measures ($p < 0.05$). Non parametrical variables were analyzed by Wilcoxon test ($p < 0.05$). The results showed no differences among the trials. Compared to males, females presented a larger number of activated sweat glands per cm^2 and smaller running velocity, whole and local sweat rates, skin temperature, thermal comfort and energy expenditure. In this study, sunscreen application had no interference with performance or physiological and behavioral variables.

Keywords: sunscreen, thermoregulation, fatigue

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – A: pista de corrida. B: local da pausa passiva entre os estágios	40
Figura 2 – Aplicação do protetor solar	44
Figura 3 – Coleta do suor local na testa (A), na coxa (B), no braço durante todo o período de exercício (C) e no braço durante o primeiro estágio de exercício (D)	46
Figura 4 – Medida das glândulas sudoríparas ativadas utilizando a técnica do papel impregnado com iodo	48
Figura 5 – A: voluntário com a sonda retal, preparado para iniciar o exercício. B: medida da T_{re} nos períodos de pausa	48
Figura 6 – Medida da temperatura da pele na testa, peito, coxa e perna	49
Gráfico 1 – Média \pm desvio-padrão da velocidade média de corrida em cada situação experimental. (*) diferença entre os sexos ($p < 0,05$)	54
Gráfico 2 – Média \pm desvio-padrão da velocidade de corrida em cada estágio de exercício. (#) diferença em relação ao primeiro ($p = 0,02$) e segundo estágios ($p = 0,05$)	55
Gráfico 3 – Média \pm desvio-padrão da taxa de sudorese total nas três situações experimentais. (*) diferença entre os sexos ($p < 0,05$)	56
Gráfico 4 – Média \pm desvio-padrão da taxa de sudorese local nos grupos feminino e masculino. TE: testa, BR: braço e CX: coxa. (*) diferença entre os sexos, (†) diferença em relação à BR, (‡) diferença em relação à CX. ($p < 0,05$)	56
Gráfico 5 – Média \pm desvio-padrão da temperatura retal no repouso e em cada estágio de exercício. (#) diferença em relação ao repouso. (†) diferença em relação ao primeiro estágio. (‡) diferença em relação ao segundo estágio somente no grupo masculino ($p < 0,05$)	58
Gráfico 6 – Média \pm desvio-padrão da temperatura média da pele no repouso e em cada estágio de exercício. M: masculino. F: feminino. (*) diferença entre os sexos. (#) diferença em relação ao repouso ($p < 0,05$) ...	59
Gráfico 7A – Média \pm desvio-padrão da temperatura da testa no repouso e em cada estágio de exercício. F: mulheres. M: homens. (#) diferença em relação ao repouso ($p < 0,05$)	59
Gráfico 7B – Média \pm desvio padrão das temperaturas da pele no peito, braço, coxa e perna. (*) diferença entre os sexos. M: masculino e F: feminino. (#) diferença em relação ao repouso no grupo masculino. (†) diferença em relação ao repouso no grupo feminino. ($p < 0,05$)....	60

Gráfico 8 – Média ± desvio-padrão da frequência cardíaca durante o exercício e as pausas. (#) diferença em relação aos outros estágios de exercício. (†) diferença em relação às outras pausas. (‡) diferença em relação à quarta pausa ($p < 0,05$)	61
Gráfico 9 – Média ± desvio padrão da percepção subjetiva do esforço no decorrer do exercício. (#) diferença em relação ao primeiro estágio. (†) diferença em relação ao segundo estágio. (‡) diferença em relação ao terceiro estágio. (††) diferença em relação ao quarto estágio ($p < 0,05$)	61
Gráfico 10 – Média ± desvio padrão do conforto térmico em cada estágio de exercício. F: grupo feminino. M: grupo masculino. (*) diferença entre os sexos (#) diferença em relação aos outros estágios ($p < 0,05$)	62
Gráfico 11 – Média ± desvio padrão da ingestão de água durante o exercício ...	63
Gráfico 12 – A: Correlação entre ingestão de água e o estresse térmico (IBUTG). B: Correlação entre a ingestão de água e a taxa de sudorese total. ($p < 0,05$)	63
Gráfico 13 – Média ± desvio padrão do índice de estresse fisiológico no decorrer do exercício. (#) diferença em relação ao primeiro estágio. (†) diferença em relação ao segundo estágio somente no grupo masculino ($p < 0,05$)	64
Gráfico 14 – Média ± desvio padrão da taxa de armazenamento de calor. F: feminino. M: masculino. (#) diferença em relação ao primeiro e segundo estágios. ($p < 0,05$)	65
Gráfico 15 – Média ± desvio padrão do gasto energético durante o exercício. (*) diferença entre os sexos. (#) diferença em relação aos outros estágios ($p < 0,05$)	66
Gráfico 16 – Média ± desvio padrão do estresse térmico (IBUTG), da velocidade do vento e da umidade relativa do ar (URA) durante os minutos de exercício	67
Gráfico 17 – Média ± desvio padrão da luminosidade e das temperaturas seca e de globo durante os minutos de exercício	68
Gráfico 18 – Estresse térmico (IBUTG) em cada dia experimental e velocidade média de corrida dos três voluntários que realizaram o experimento em cada dia. (#) diferença em relação ao 9 ^o . dia. ($p < 0,05$)	69
Figura 7 – Diagrama dos mecanismos de motivação, fadiga e exaustão	72

LISTA DE TABELAS

1 – Cálculo da velocidade de corrida	45
2 – Características físicas dos voluntários	53
3 – Tipo de pele dos voluntários	53
4 – Efeito do treinamento	55
5 – Glândulas sudoríparas ativadas	57
6 – Densidade urinária dos voluntários	64
7 – Intensidade do esforço	85

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASC – área de superfície corporal

CON – controle

IBUTG – Índice de bulbo úmido e temperatura de globo

ICNIRP – International Commission of Non-Ionizing Radiation Protection

IEF – índice de estresse fisiológico

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

FC – frequência cardíaca

FC_{max} – frequência cardíaca máxima

FPS – fator de proteção solar

MED – minimal erythema dose (dose eritematosa mínima)

PS1 – protetor solar 1

PS2 – protetor solar 2

PSE – percepção subjetiva do esforço

T_{globo} – temperatura de globo

T_{int} – temperatura corporal interna

T_{pele} – temperatura da pele

T_{re} – temperatura retal

URA – umidade relativa do ar

UV – ultravioleta

UVA – ultravioleta tipo A

UVB – ultravioleta tipo B

UVC – ultravioleta tipo C

V_{max} – velocidade máxima

VO_2 – consumo de oxigênio

VO_{2max} – consumo máximo de oxigênio

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. Objetivo	16
1.2. Hipótese de estudo	16
2. REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1. Termorregulação ao calor durante o exercício	17
2.2. Fadiga e termorregulação ao calor	22
2.3. Radiação solar e seus efeitos sobre a pele	28
2.4. Protetor solar e sua utilização durante o exercício	31
3. MATERIAIS E MÉTODOS	37
3.1. Procedimentos éticos	37
3.2. Amostra	37
3.3. Delineamento experimental	39
3.4. Procedimentos experimentais	41
3.5. Aplicação do protetor solar	42
3.6. Variáveis medidas e cálculos realizados	44
3.7. Condições ambientais	51
3.8. Análise estatística	51
4. RESULTADOS	53
5. DISCUSSÃO	70
5.1 Velocidade de corrida e fadiga	71
5.2 Respostas termorregulatórias	75
5.2.1 Respostas sudoríparas	76
5.2.2 Temperatura crítica x Taxa de armazenamento de calor	78
5.2.3 Vasodilatação periférica	80
5.3 Respostas comportamentais	82
5.4 Hidratação	83
5.5 Estresse térmico ambiental	84
5.6 Comparação entre os sexos	86
5.7 Conclusão	88
6. REFERÊNCIAS	89

7. ANEXOS	100
7.1. Anexo 1 – Termo de consentimento livre e esclarecido	100
7.2. Anexo 2 – Questionário de hábitos de proteção e exposição ao sol	101
7.3. Anexo 3 – Teste de absorção do protetor solar	102
7.4. Anexo 4 – Dados individuais	103
7.5. Anexo 5 – Resultados da familiarização	120

1. INTRODUÇÃO

O Brasil está localizado entre os paralelos 5° Norte e 34° Sul, o que proporciona uma grande variedade climática, sendo que a maior parte da extensão territorial possui climas tropicais que se caracterizam por temperaturas elevadas e intensa radiação solar durante quase todo ano (AYOADE, 2006). A temperatura média anual do Brasil varia de 16 a 30° C (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2007) e, muito provavelmente, esse valor aumentará entre 2° a 5° C na segunda metade do século XXI (FIORAVANTI, 2006).

Segundo dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (2007), no Brasil, o índice de radiação ultravioleta (UV) varia de aproximadamente 8 a 15. Este índice é um número em uma escala de 0 a 16 que mede a intensidade da radiação UV incidente sobre a superfície da Terra, relevante quanto aos efeitos sobre a pele humana. Ele é calculado a partir da latitude, da altitude, da hora do dia, da estação do ano, das condições atmosféricas (presença ou não de nuvens, aerossóis, etc.), do tipo de superfície (areia, neve, água, concreto, etc.) e da camada de ozônio. Segundo o INPE (2007), este valor vem aumentando no decorrer dos anos, principalmente devido à redução na camada de ozônio.

A radiação solar no Brasil é constante e está presente durante todo o ano, o que leva à freqüente exposição ao sol pelas pessoas. De acordo com Szklo et al (2007), a população brasileira que se expõe ao sol diariamente por pelo menos trinta minutos seguidos varia de 73,5%, na região norte, a 82,7% na região sul. Costa e Weber (2004) analisaram a exposição solar diária da população de uma cidade na região sul do país e observaram que 70,7% das pessoas se expõem ao sol por até 2

horas, 27,4% de 2 a 6 horas e 1,9% por mais de 6 horas. Nos finais de semana estes valores passam para 56,7%, 38,4% e 4,9%, respectivamente.

A partir da década de 60 houve um crescimento das publicações referentes aos efeitos danosos do sol. Em consequência disso, observa-se uma crescente recomendação para mudança de hábitos visando a redução da exposição ao sol, seja no comportamento de preferir a sombra ou a utilização de chapéus, óculos de sol e cremes de proteção para a pele (protetores solares).

Em uma revisão realizada por Stanton et al (2004) foi observado que, em muitos países, o protetor solar é o método mais utilizado para se proteger do sol. Há muitas evidências de que o uso de protetores solares pode ser benéfico na prevenção de câncer de pele e outras patologias dérmicas em áreas onde há grande radiação solar, principalmente em pessoas com pele clara (GALLAGHER et al, 2000; GREEN et al, 1999; NAYLOR e FARMER, 1997; THOMPSON et al, 1993).

Sabe-se que os protetores solares possuem certa resistência à água e ao suor, sendo que alguns deles foram elaborados para serem utilizados durante atividades aquáticas ou em situações onde a produção de suor é aumentada, como no caso de exercícios físicos. Ainda não está claro se estes produtos podem interferir na produção, secreção ou evaporação do suor e, principalmente, se essa interferência pode influenciar na termorregulação dos seres humanos.

Durante a realização de exercícios físicos há um aumento na produção metabólica de calor e, conseqüentemente, aumento da temperatura corporal. Em ambientes quentes, a hipertermia pode ser potencializada, pois pode haver ganho de calor pelo ambiente e/ou dificuldade de sua dissipação, principalmente se a umidade relativa do ar (URA) estiver elevada.

A dissipação de calor é vital para a sobrevivência dos mamíferos durante o exercício e estresse térmico e, nos seres humanos, a evaporação do suor é o principal mecanismo de dissipação de calor. Assim, qualquer fator que possa interferir na secreção ou evaporação do suor durante a realização de exercícios físicos pode comprometer a termorregulação ao calor e, provavelmente, o desempenho.

Durante exercícios de média e longa duração, principalmente aqueles realizados em ambientes quentes, a termorregulação ao calor é um fator importante no desenvolvimento da fadiga. Muitos estudos mostraram que o desempenho é reduzido em situações de estresse térmico (TUCKER et al, 2004; GONZÁLEZ-ALONSO et al, 1999; GALLOWAY e MAUGHAN, 1997).

Alguns fatores capazes de prejudicar a termorregulação ao calor já foram estudados, entre eles: os diversos tipos de roupas (QIAN e FAN, 2006; KWON et al, 1998) e de artefatos para cabeça como faixas e chapéus (KIM e PARK, 2004; RASCH e CABANAC, 1993), mas ainda pouco se sabe sobre o efeito do protetor solar na termorregulação ao calor.

No Brasil, muitas pessoas se expõem ao sol em várias situações, inclusive praticando atividades físicas, e esta exposição pode vir acompanhada da utilização do protetor solar. Assim, estudar os mecanismos termorregulatórios e os possíveis fatores que podem alterá-los é de grande importância para a área do esporte, já que estes mecanismos estão diretamente envolvidos na fadiga. Da mesma forma, é de grande relevância na área da saúde, principalmente para habitantes de clima tropical, onde o risco de doenças pelo calor (hipertermia e choque hipertérmico) é elevado e pode ser agravado no decorrer dos próximos anos devido às mudanças climáticas provocadas pelo aquecimento global.

1.1 Objetivo

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de dois tipos de protetores solares sobre a fadiga durante corrida em ambiente quente com exposição ao sol.

1.2 Hipótese de estudo

O protetor solar reduz a dissipação de calor, seja obstruindo os poros das glândulas sudoríparas e reduzindo a sudorese ou pela alteração da concentração do suor, o que reduziria sua capacidade evaporativa. Desta forma, a termorregulação seria prejudicada e, conseqüentemente, haveria redução no desempenho, observada pela redução na velocidade de corrida.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Termorregulação ao calor durante o exercício

Os seres humanos são homeotérmicos, ou seja, precisam manter a temperatura corporal dentro de determinados limites para sobreviver. A elevação da temperatura corporal interna pode provocar hipertermia e até mesmo choque hipertérmico. Mesmo quando a variação da temperatura corporal não ameaça a sobrevivência, algum prejuízo na eficiência produtiva e no comportamento pode existir. Dessa forma, para manter a homeostase térmica, o organismo utiliza mecanismos fisiológicos e comportamentais na tentativa de produzir e/ou reter calor bem como de dissipá-lo.

Durante estresse térmico há aumento na frequência cardíaca, redução do fluxo sanguíneo renal e esplâncnico e aumento do fluxo sanguíneo para a pele. Esse aumento e redirecionamento do fluxo sanguíneo para a pele são necessários para que haja transferência de calor da região interna do corpo para a periferia e, posteriormente, dissipação do calor do corpo para o ambiente através da evaporação do suor. O sangue quente proveniente da região central do corpo aquece a pele que, através da evaporação do suor, se resfria e, conseqüentemente resfriará o corpo. A perda de calor pela evaporação do suor acontece devido à vaporização da água presente na superfície da pele que necessita de 0,58 kcal de energia para que cada grama de água seja vaporizada (McARDLE et al, 2003).

Durante exercícios realizados em ambientes quentes, a vasodilatação periférica e a sudorese são os principais mecanismos de dissipação de calor. Alguns autores propõem que a evaporação do suor seja responsável por 80% da perda de

calor do corpo para o ambiente, de forma que, para um homem de 70 kg, a cada 100 mL de suor evaporado, atenua-se uma elevação de 1 °C na temperatura corporal (BASSET et al, 1987).

O corpo humano possui milhares de glândulas sudoríparas écrinas capazes de produzir suor quando estimuladas por fibras simpáticas colinérgicas. O aumento da temperatura corporal, tanto interna quanto da pele, estimula receptores térmicos localizados no hipotálamo, que por sua vez ativam o sistema nervoso autônomo desencadeando as respostas vasodilatadoras e sudoríparas (COOPER, 2002).

Durante a realização de exercícios físicos, o aumento na produção metabólica de calor eleva a temperatura corporal interna (T_{int}) até um valor em que a sudorese é ativada (limiar para sudorese). Esse limiar pode ser ajustado de acordo com a temperatura da pele (T_{pele}) de forma que, quanto maior a T_{pele} , mais cedo a sudorese é iniciada (SHIBASAKI et al, 2006). E ainda, em ambientes quentes, onde a temperatura ambiente é maior que a T_{pele} , a sudorese será mais pronunciada para uma mesma carga de exercício devido ao ganho de calor pelo ambiente.

Sabe-se que as mudanças na T_{int} têm uma contribuição maior na regulação autonômica para manter a homeostase térmica e a T_{pele} está mais associada às respostas comportamentais. Alguns trabalhos mostraram que a contribuição da T_{int}/T_{pele} na taxa de sudorese varia de 6:1 a 20:1 (NADEL et al, 1971a) e no conforto térmico é de 1:1 (FRANK et al, 1999).

Evidências para a importância da T_{pele} na termorregulação ao calor foram observadas por Savage e Brengelman (1996) que concluíram que, as mudanças no fluxo sanguíneo para a pele quando a T_{pele} era mantida em uma faixa reconhecida como termoneutra (33 a 35° C) foram mediadas principalmente pelas respostas reflexas da T_{pele} . Além disso, Libert et al (1979) e DiPasquale et al (2003) mostraram

a relevância das mudanças na T_{pele} na taxa de sudorese local. Estes últimos observaram que a T_{pele} abaixo de $32^{\circ}C$ afeta a taxa de sudorese local via alteração na sensibilidade da glândula sudorípara aos neurotransmissores e a T_{pele} acima de $32^{\circ}C$ afeta a liberação de neurotransmissores.

Alguns estudos já mostraram que o aumento na taxa de sudorese deve-se tanto ao aumento no número de glândulas sudoríparas ativadas como pelo aumento na produção de suor por glândula. No início do exercício, o aumento na sudorese acontece principalmente devido ao aumento no recrutamento de glândulas sudoríparas e os aumentos posteriores na taxa de sudorese acontecem principalmente pelo aumento na quantidade de suor secretada por cada glândula (KONDO et al, 2001).

O aumento na produção de suor favorecerá a evaporação, evidenciando-se a importância do umedecimento da pele. A taxa de suor evaporado (E) depende de alguns fatores e pode ser expressa como:

$$E = h_e \cdot w \cdot (P_{sk} - P_a) \quad (1)$$

onde h_e é o coeficiente de transferência de calor evaporativo, w é a umidade da pele, P_{sk} e P_a são as pressões de vapor d'água da pele e do ambiente, respectivamente (GAGGE, 1937).

Entretanto, o excesso de suor pode reduzir a própria produção de suor, uma condição denominada hidromeiose (NADEL e STOLWIJK, 1973). Quando a pele está muito molhada, o suor pode escorrer ou gotejar, ao invés de evaporar, o que reduziria a eficiência sudorípara - definida como a diferença entre a taxa de suor evaporado e a taxa de suor produzido (ALBER-WALLERSTROM e HOLMER, 1985).

Assim, existe uma relação entre umedecimento da pele e eficiência sudorípara, sendo que, quanto maior o umedecimento da pele, maior será a evaporação de suor até um ponto em que a quantidade de suor acumulado na pele passa a reduzir a taxa de sudorese (NADEL e STOLWIJK, 1973).

Segundo Nadel e Stolwijk (1973), existem três hipóteses para explicar porque o umedecimento exagerado da pele pode reduzir a taxa de sudorese. Uma delas diz que o suor excessivo pode mecanicamente obstruir os ductos das glândulas sudoríparas. A segunda hipótese se refere ao gradiente de concentração entre o ducto da glândula sudorípara e a pele; quando o suor evapora, ficam resíduos de eletrólitos na pele, fazendo com que o suor sobre a pele tenha uma concentração maior de solutos comparado com o suor na parte proximal do ducto da glândula sudorípara. Por fim, uma hipótese ainda pouco estudada diz que, possivelmente, a hidratação das células da epiderme poderia aumentar o volume das mesmas comprimindo o ducto da glândula sudorípara.

A eficiência sudorípara depende do umedecimento da pele, mas outros fatores também são importantes, como por exemplo, as condições ambientais. Em uma mesma temperatura ambiente, a evaporação será maior no ambiente mais seco, pois como descrito na equação 1, a evaporação é inversamente proporcional à pressão de vapor d'água no ambiente. A umidade relativa do ar (URA) exerce forte influência na evaporação do suor de forma que a temperatura úmida representa 70% do índice de estresse térmico ambiental (Índice de Bulbo Úmido e Temperatura de Globo – IBUTG). O efeito do vento também é importante; sabe-se que quanto maior a velocidade do vento, maior será a evaporação do suor (BROTHERHOOD, 2008).

Há estudos demonstrando os efeitos da URA e do vento na dissipação de calor e, conseqüentemente, nas respostas termorregulatórias ao exercício.

Keatisuwan et al (1996) compararam situações diferentes de temperatura seca e URA, mas com valores de IBUTG semelhantes, e observaram que a evaporação do suor foi maior no ambiente seco, o que resultou em uma menor variação na temperatura retal nesta situação. Saunders et al (2005) verificaram que a corrente convectiva durante o exercício aumenta a troca de calor via convecção e evaporação reduzindo o armazenamento de calor, a temperatura interna e a percepção subjetiva do esforço (PSE).

A radiação solar e seus efeitos na termorregulação ao calor têm sido pouco estudados, mas sabe-se que quanto maior a radiação solar, maior será o estresse térmico. Nielsen et al (1988) observaram que durante o exercício realizado sob o sol no período de 10 às 14 horas, o ganho de calor via radiação foi aproximadamente 100 W, sendo este um valor considerável, capaz de provocar alterações na frequência cardíaca (FC), no consumo de oxigênio (VO_2) e na taxa de sudorese. Outro estudo interessante que investigou o efeito da radiação solar foi de Pandolf et al (1992). Estes autores observaram menores taxas de sudorese e maiores PSE e sensação térmica durante o exercício quando os indivíduos tinham passado por uma experiência de exposição ao sol na semana anterior à realização do exercício.

Já está bem estabelecido na literatura que a realização de exercícios em ambientes quentes diminui a capacidade de desempenhar atividades por tempo prolongado (HASEGAWA et al, 2008). A termorregulação ao calor é fundamental para o desempenho de indivíduos durante exercícios físicos, assim, caso o protetor solar interfira nas respostas sudoríparas ou na T_{pele} , alguma alteração na fadiga poderia ser observada. De acordo com a literatura analisada, esta hipótese ainda não foi testada.

2.2. Fadiga e termorregulação ao calor

Os primeiros estudos sobre fadiga observaram que durante a realização de exercício isométrico a força muscular se mantinha por certo tempo e, quando a musculatura fatigava, a força reduzia. Aplicando-se um estímulo elétrico nos músculos fatigados, havia aumento da força, demonstrando então que a fadiga muscular tinha origem central (GANDEVIA, 2001).

Em 1924, Hill propôs um modelo para exercícios de média e longa duração no qual a fadiga seria desencadeada por um platô no consumo de oxigênio, ou seja, pela incapacidade do organismo em aumentar o suprimento de oxigênio para os músculos, o que aumentaria a dependência do metabolismo anaeróbico. De acordo com este modelo, os metabólitos produzidos pelo metabolismo anaeróbico poderiam inibir a contração muscular desencadeando a fadiga (NOAKES, 2000).

Além dos metabólitos produzidos pelo metabolismo anaeróbico, a depleção de glicogênio e a hipoglicemia também são reconhecidas como causa da fadiga durante exercícios, principalmente de longa duração (ANANTARAMAN et al, 1995; MaCLAREN et al, 1989). Estes modelos consideram a falha da periferia como a principal causa desta e foram testados por muitos anos. Até hoje, muitos pesquisadores acreditam que a depleção de substratos e o acúmulo de substâncias produzidas pelo metabolismo sejam os responsáveis diretos pelo desenvolvimento da fadiga durante exercícios de média e longa duração.

Fitts (1994) realizou uma revisão sobre os mecanismos celulares responsáveis pela fadiga muscular, como aumento de lactato, íons H^+ , fosfato inorgânico e redução do pH, ATP, glicose plasmática e glicogênio muscular. Este autor concluiu que os mecanismos periféricos são os principais desencadeadores

desta, de forma que o sistema nervoso central tem uma pequena contribuição. Sete anos mais tarde foi publicada uma revisão sobre os mecanismos centrais envolvidos na fadiga onde foi evidenciado que o sistema nervoso central pode reduzir a atividade motora e interromper o exercício mesmo quando os músculos não estão fatigados “periféricamente” (GANDEVIA, 2001).

Outros autores mostraram evidências do envolvimento de fatores centrais, principalmente estudando concentrações cerebrais de amônia, serotonina, dopamina e acetilcolina. Acredita-se que as reduções nos impulsos corticoespinhais para os motoneurônios seja resultado de alterações nos neurotransmissores cerebrais. A serotonina tem recebido bastante atenção nos estudos sobre fadiga, pois sua síntese é aumentada durante o exercício e concentrações de serotonina aumentadas no cérebro estão associadas à letargia e redução da ativação motora (DAVIES e BAILEY, 1997).

Observa-se que há um grande debate na literatura acerca dos mecanismos centrais e periféricos envolvidos na fadiga. Todavia, outras teorias foram propostas, como a teoria da catástrofe, na qual mecanismos centrais e periféricos agiriam conjuntamente no desenvolvimento desta de forma que a depleção de substratos e o acúmulo de metabólitos inibiriam o acoplamento excitação/contração muscular reduzindo a capacidade de gerar força (MaCLAREN et al, 1989).

Historicamente, a fadiga é entendida como uma falha do organismo, decorrente de mecanismos centrais e/ou periféricos que interrompem o exercício ou impedem sua realização em determinadas intensidades. No entanto, alguns autores entendem que a fadiga não seria desencadeada apenas por um único fator e não seria uma falha, mas sim um evento complexo e multifatorial no qual diversos fatores estariam associados na determinação da intensidade e duração suportáveis do

exercício, em função do ambiente, para evitar qualquer falha na homeostase (RODRIGUES e SILAMI-GARCIA, 1998). Desta forma, entende-se que a fadiga seja um mecanismo de proteção, em que o organismo interrompe ou reduz a intensidade do exercício como segurança para prevenir um desequilíbrio na homeostase (CHEUNG, 2007; NOAKES et al, 2005; ABISS e LAURSEN, 2005; GANDEVIA, 2001; RODRIGUES e SILAMI-GARCIA, 1998).

As evidências para o modelo de proteção da fadiga podem ser observadas em muitos estudos com condições de calor intenso, tanto em protocolos de intensidade fixa, nos quais a fadiga é observada através do tempo total de exercício, quanto em protocolos de intensidade auto-regulada (*self-paced*), nos quais a fadiga é observada pela redução na intensidade do esforço.

Utilizando protocolos de intensidade fixa, alguns trabalhos investigaram os mecanismos de fadiga durante exercício em ambiente quente e observaram que os indivíduos terminaram o exercício antes de haver alguma falha na homeostase, ou seja, a fadiga não foi associada à redução no débito cardíaco, à disponibilidade de substratos, nem ao aumento do lactato (NYBO e NIELSEN, 2001; GONZÁLEZ-ALONSO et al, 1999; NIELSEN et al, 1993). Os autores destes estudos consideram a elevação da T_{int} como sendo o fator predominante no interrompimento do exercício, todavia, ela não alcançou valores prejudiciais ao organismo.

Da mesma forma, outros estudos observaram que, quando a intensidade do exercício é auto-regulada, um mecanismo antecipatório ajusta a intensidade do esforço de forma a prevenir que a T_{int} atinja valores prejudiciais à homeostase (TUCKER et al, 2006; TUCKER et al, 2004; MARINO, 2004; TATTERSON et al 2000). O sistema nervoso central, portanto, agiria antecipatoriamente para impedir a “catástrofe”.

O protocolo de intensidade auto-regulada mostra claramente que a fadiga é um mecanismo de proteção. Este modelo é denominado de governador central (*governor centre*) e assume que o sistema nervoso central controla continuamente a intensidade do esforço para que o indivíduo termine o exercício proposto sem prejuízos na homeostase. Isto significa que o sistema nervoso central analisa a situação na qual se encontra o indivíduo em exercício (quantidade de substratos disponíveis, acúmulo de metabólitos, temperatura interna e produção metabólica de calor, entre outros) e determina a intensidade do esforço para que não haja uma falha no organismo (LAMBERT et al, 2005; St CLAIR GIBSON e NOAKES, 2004).

Além do controle eferente da intensidade do esforço, proveniente da interpretação das aferências, o modelo do governador central considera que haja um controle subconsciente baseado nas experiências prévias do indivíduo (LAMBERT et al, 2005), o que explica a manutenção da mesma intensidade de esforço em situações experimentais com diferentes distâncias, quando os indivíduos são informados que a distância é semelhante entre as situações (NIKOLOPOULOS et al, 2001). Além disso, postula-se que as experiências anteriores interfiram na percepção consciente do esforço, o que faz a PSE ser uma variável importante na determinação da intensidade do exercício (LAMBERT et al, 2005).

Tucker et al (2004) observaram que, durante exercício em intensidade auto-regulada, a PSE aumenta de maneira semelhante entre situações de ambiente quente e frio, apesar da potência desenvolvida ser menor no ambiente quente. Estes autores concluíram que a PSE desempenha um importante papel na regulação da intensidade do exercício de forma a sustentar e concluir o exercício ao mesmo tempo em que protege o organismo. Posteriormente, este mesmo grupo de autores

mostrou que a taxa de aumento na PSE prediz a duração do exercício até a fadiga (CREWE et al, 2008).

A termorregulação como um dos mecanismos envolvidos na fadiga vem sendo amplamente estudada. Alguns autores acreditam que no ambiente quente o exercício é interrompido quando a T_{int} atinge um valor de aproximadamente 40 °C, denominado temperatura interna crítica (NYBO e NIELSEN, 2001; GONZÁLEZ-ALONSO et al, 1999; NIELSEN et al, 1993). Outros autores observaram que a fadiga ocorreu antes da T_{int} alcançar o valor de 40 °C, tanto em protocolos de carga fixa (LATZKA et al, 1998; MOINTAIN et al, 1994; SAWKA et al 1992), quanto em protocolos de intensidade auto-regulada (NASSIF-LEONEL et al, 2008; MARINO et al, 2000; TATTERSON et al, 2000; TUCKER et al, 2004). Desta forma, parece que a temperatura final não é tão relevante no desenvolvimento da fadiga em ambientes quentes.

Um estudo realizado com ratos concluiu que a taxa de armazenamento de calor foi o principal fator no desenvolvimento da fadiga (RODRIGUES et al, 2003). Em humanos, Tucker et al (2006) compararam ciclistas que pedalarão em intensidade auto-controlada em ambiente frio, termoneutro e quente e observaram redução na intensidade de exercício na última situação. Como a redução da intensidade ocorreu logo no início do exercício, antes de uma elevação considerável da T_{int} , e foi mais pronunciada no ambiente quente, estes autores concluíram que vários fatores como elevação da T_{int} , da T_{pele} , da FC e da taxa de armazenamento de calor forneceram informações aferentes ao sistema nervoso central para que este reduzisse a intensidade do esforço, entretanto, a última variável foi o fator predominante responsável pela fadiga.

Os fatores que limitam a capacidade de realizar exercícios são muitos e dependem do tipo e da intensidade do exercício, bem como do ambiente em que ele está sendo realizado. Muitos trabalhos demonstram a importante contribuição da taxa de sudorese na manutenção da homeostase térmica. Assim, em condições de evaporação favoráveis, espera-se que quanto maior a produção de suor, maior será a dissipação de calor e, conseqüentemente, melhor será o desempenho. Isso pode ser evidenciado em estudos de aclimatação ao calor em que são observados melhores desempenhos após adaptações como menor T_{int} e FC de repouso e maiores taxas de sudorese durante o exercício (NIELSEN et al, 1993).

Condições extremas de temperatura ambiente e URA podem antecipar a fadiga e até mesmo provocar doenças relacionadas ao calor. Sabe-se que o desempenho pode ser prejudicado durante a realização de exercício em ambientes quentes e os mecanismos responsáveis pela fadiga nestas situações, bem como as estratégias para minimizar a elevação da T_{int} vêm sendo amplamente debatidos (CHEUNG, 2007; HASEGAWA et al, 2008; HARGREAVES e FEBBRAIO, 1998; GALLOWAY e MAUGHAN, 1997).

Muitos trabalhos já analisaram os efeitos de várias condições sobre a fadiga, como a hidratação (MARINO et al, 2004; SILAMI-GARCIA e GUIMARÃES, 1993; SAWKA et al, 1992) e suplementação de substratos (NASSIF-LEONEL et al, 2008; WHITHAM e MCKINNEY, 2007; ANANTARAMAN et al, 1995). No entanto, de acordo com a literatura analisada, não foi encontrado nenhum estudo que tenha investigado o efeito do protetor solar sobre a fadiga.

2.3 Radiação solar e seus efeitos sobre a pele

Os raios solares possuem vários comprimentos de ondas com características diferentes. Cerca de 46% dos raios solares são infravermelho, com ondas variando entre 0,8 a 25 μm , responsáveis por grande parte do aquecimento das superfícies expostas; a luz visível representa aproximadamente 45% da radiação solar e os raios UV representam 9% (AYOADE, 2006). Estes últimos podem ter três comprimentos de ondas distintos: até 280 nm que são os raios UVA, de 280 a 315 nm são os raios UVB e 315 a 400 nm são os raios UVC (LAUTENSCHLAGER et al, 2007).

Na segunda metade do século XIX, cientistas mostraram que a radiação UV tinha capacidade de produzir efeitos patológicos nas superfícies corporais expostas à intensidade suficiente desta radiação, independente de sua fonte de calor (URBACH, 2001). Hoje, sabe-se que os raios UVB são os principais causadores de fotodermatoses. Eles atingem a derme e a epiderme, podendo provocar eritema, imunossupressão, fotocarcinogênese e envelhecimento precoce da pele. Os raios UVA também alcançam a derme e produzem efeitos danosos, mas ainda são pouco conhecidos e, portanto, aceitos como menos prejudiciais que os raios UVB. Os raios UVC não atingem a pele, pois são filtrados pela camada de ozônio da estratosfera (TOUITOU e GODIN, 2008; LAUTENSCHLAGER et al, 2007).

A exposição aguda ao sol pode provocar eritema e pigmentação, sendo que a intensidade destas reações depende da dosagem de radiação solar, do comprimento das ondas, da quantidade de melanina na pele, da umidade da pele, entre outros fatores (SUH et al, 2007). A quantidade mínima de radiação solar capaz de provocar eritema na pele é denominada de MED (*minimal erythema dose*). Em

relação à exposição crônica, muitos estudos demonstram que a exposição aos raios UV ao longo da vida pode provocar câncer de pele e outras neoplasias e doenças como câncer de lábio e catarata senil (GALLAGHER e LEE, 2006; RIJKEN et al, 2006).

A exposição excessiva aos raios solares, principalmente à radiação UV, é apontada como fator de risco preocupante. A Sociedade Americana de Câncer estimou que, em 2007, mais de um milhão de casos de câncer de pele não melanoma e cerca de 60 mil casos de melanoma estariam associados à radiação UV (AMERICAN CANCER SOCIETY, 2007). A Austrália é o país com a maior incidência mundial de câncer de pele, apresentando anualmente 278.000 novos casos deste tipo de câncer (LIVINGSTON, 2003). No Brasil, o tipo de câncer mais incidente, sendo responsável por aproximadamente 100.000 casos a cada ano, é o câncer de pele não melanoma e, o melanoma, apesar de ter menor incidência (aproximadamente seis mil casos por ano), possui letalidade elevada (INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER, 2007).

Os efeitos nocivos da exposição ao sol estão relacionados com características individuais e fatores ambientais. O contexto sócio-cultural e familiar (AZZARELLO et al, 2006), as condições ambientais onde se encontra o indivíduo (MacLENNAN et al, 2003) e o tipo de pele e fenótipo (BAKOS et al, 2002) são determinantes do risco para doenças de pele relacionadas à exposição ao sol.

BAKOS et al (2002) observaram que pessoas com a pele mais clara, tipo I e II (de acordo com a classificação de Fitzpatrick, 1988) apresentam maior risco para o câncer de pele. A cor da pele tem uma função protetora contra a radiação solar. Na pele, a melanina age como um filtro reduzindo a penetração dos raios solares. Assim, para pessoas com a pele mais escura, dosagens maiores de radiação solar

são necessárias para produzir o mesmo efeito presente em pessoas com pele mais clara.

As pessoas podem se expor ao sol em várias situações: no trabalho, em atividades de lazer, nas atividades domésticas e durante atividades físicas e esportivas. Em um estudo realizado com adolescentes no Brasil, Benvenuto-Andrade et al (2005) observaram que as atividades mais freqüentes ao ar livre são esportes, caminhadas e lazer na praia, sendo que no verão, a porcentagem de pessoas que realizam atividades sob o sol é maior que no inverno.

Estudos que avaliaram a exposição ao sol durante atividades esportivas mostraram que os níveis de exposição à radiação solar ultrapassam os recomendados pela Comissão Internacional de Proteção à Radiação não Ionizante (*International Commission of Non-Ionizing Radiation Protection – ICNIRP*) (MOEHRLE et al, 2000). Um estudo realizado com esportistas observou que 69% dos entrevistados tiveram algum episódio de queimadura por sol na última temporada esportiva, sendo que 48% relataram eritema e ardor (LAWLER et al, 2007).

Ambros-Rudolph et al (2006) comparam maratonistas com pessoas semelhantes quanto ao sexo, idade, fenótipo e local de moradia e observaram que, apesar de não haver diferença significativa entre os grupos na presença de lesões cutâneas sugestivas de câncer de pele tipo não-melanoma, os maratonistas apresentavam maior número de nevos melanocíticos e lentigos solares, que são fatores de risco para desenvolvimento de melanoma maligno, segundo Garbe et al (1994). Ambros-Rudolph et al (2006) sugerem que o treinamento diário sob o sol com pouca proteção é o fator responsável por este resultado, principalmente porque no grupo de maratonistas, as manchas e as lesões cutâneas eram mais

pronunciadas naqueles esportistas que tinham uma maior freqüência de treino sob o sol.

Em países como o Brasil, onde a radiação solar é intensa, muitas pessoas se expõem ao sol frequentemente, inclusive durante a realização de atividades físicas. Assim, para reduzir os efeitos deletérios do sol, a utilização de proteção solar, como roupas, chapéus, óculos e protetores solares deve ser recomendada. Normalmente, para otimizar a dissipação do calor, as pessoas utilizam poucas roupas ao praticar atividades físicas ao ar livre, o que torna o protetor solar um atrativo para se proteger dos raios UV. Segundo Nohynek e Schaefer (2001), dentre as formas de proteção solar, os protetores solares são os mais utilizados pela população, principalmente durante atividades esportivas e aquáticas, devido à praticidade do uso. Desta forma, estudar os efeitos dos artefatos de proteção solar, principalmente dos protetores solares, é muito importante para a área das ciências do esporte e da saúde.

2.4 Protetor solar e sua utilização durante o exercício

De acordo com Urbach (2001), em 1911 já existiam alguns componentes químicos capazes de proteger a pele dos raios UV. No decorrer dos anos, uma grande variedade destas substâncias foram descritas e hoje existem pelo menos vinte e sete componentes orgânicos e inorgânicos utilizados na produção de protetores solares (LAUTENSCHLAGER et al, 2007). Os componentes orgânicos promovem uma proteção química, ou seja, filtram os raios tornando-os menos nocivos à pele; já os inorgânicos, promovem uma proteção física, refletindo os raios solares (LAUTENSCHLAGER et al, 2007; DIFFEY e GRICE, 1997). A maioria dos protetores solares comercializados hoje contém uma mistura de ambos (MAIER et

al, 2001) e os veículos utilizados nestes produtos podem ser óleos, géis, emulsões, entre outros (VARVARESOU, 2006).

A composição do protetor solar é que determina qual será seu fator de proteção solar (FPS), definido como a razão entre MED em uma pele protegida e MED na pele desprotegida (LAUTENSCHLAGER et al, 2007). A escolha do FPS ideal deve levar em consideração o tipo de pele do indivíduo, mas a Associação Americana de Dermatologia recomenda FPS igual ou superior a 15 para qualquer pessoa (LIM et al, 2001).

Em países, onde a radiação solar é um fator importante na incidência de doenças de pele, estudos estão sendo realizados para investigar o comportamento das pessoas em relação ao uso do protetor solar. Stanton et al (2004) realizaram uma revisão destes estudos e observaram que, na Austrália, os padrões de comportamento são parecidos com os demais países analisados, apesar dos australianos terem maior conhecimento sobre o assunto. Nos Estados Unidos, AZZARELLO et al (2006) observaram que, nos últimos doze meses, quando em exposição ao sol, 40% dos adultos entrevistados utilizaram protetor solar com FPS maior ou igual a 15 no rosto e 37% no corpo. No Brasil, SZKLO et al (2007) mostraram que uma pequena porcentagem da população brasileira utiliza protetor solar, onde a cidade com a menor porcentagem foi Belém (12%) e a maior foi Florianópolis (29%).

Em relação à utilização de protetores solares durante a prática de atividades físicas, Costa e Weber (2004) encontraram que 35% dos entrevistados utilizavam o produto durante a prática de esporte ao ar livre, sendo que 15,1% utilizam FPS menor que 8, 46,4% entre 8 e 15 e 38,5% maior que 15. DUQUIA et al (2007) observaram que 60,8% das pessoas entrevistadas utilizam o protetor solar na praia,

13,7% no trabalho e 30,2% no esporte ao ar livre. AMBROS-RUDOLPH et al (2006) analisaram 210 maratonistas e observaram que 56,2% destes atletas utilizam protetor solar regularmente. Lawler et al (2007) fizeram um estudo com atletas e encontraram que 93% dos praticantes de surf, 63% dos tenistas, 24% dos jogadores de futebol e 18% dos praticantes de hóquei utilizam protetor solar durante as atividades esportivas.

Estudos que avaliaram a utilização de protetor solar por praticantes de esporte observaram que a utilização deste produto ainda é pequena e recomendam sua adequação, inclusive utilizando protetores solares altamente resistentes ao suor (AMBROS-RUDOLPH et al, 2006; MOEHRLE, 2001). Todavia, Moehrle (2001) observou que durante a competição, triatletas apresentaram eritemas apesar da utilização de protetor solar com FPS maior ou igual a 25 e concluiu que o protetor solar pode não ser tão eficiente durante as atividades físicas devido à sudorese, exposição à água e fricção entre as partes do corpo ou entre a pele e as roupas.

Existe uma grande preocupação em formular protetores solares que tenham alta aderência à pele para garantir a proteção aos raios UV, propriedade conhecida como substantividade do protetor solar. Esta propriedade depende de alguns fatores, mas principalmente do veículo e da resistência à água e ao suor. Muitos testes avaliam a substantividade utilizando inclusive protocolos de exercício ou calor passivo para estimular a sudorese e sabe-se que a resistência à água pode variar de 40 a 270 minutos de exposição (AGIN, 2006), sendo que os protetores solares “esportivos” são os mais resistentes (STOKES e DIFFEY, 1999). Em contrapartida, a penetração do protetor solar na pele também é um fator preocupante, pois algumas substâncias contidas no protetor solar podem provocar reações dérmicas e até mesmo sistêmicas (TOUITOU e GODIN, 2008). Assim, as formulações tendem a

produzir um protetor solar que tenha boa aderência à pele e que permaneça no estrato córneo, sem atingir as camadas mais profundas da pele.

A grande maioria dos estudos está interessada em analisar a eficácia do protetor solar como fator de proteção para a pele, ou seja, para permitir que ele fique mais tempo na pele (MOLONEY et al, 2002). Existe ainda uma preocupação em relação aos efeitos colaterais como irritação, alergia, dermatoses e formação de tumores (LAUTENACHLAGER et al, 2007; NOHYNEK e SCHAEFER, 2001), mas as possíveis alterações fisiológicas provocadas pelo protetor solar, como alterações na sudorese e na termorregulação, têm sido pouco estudadas. Portanto, algumas perguntas ainda estão sem respostas: Se o protetor solar formar uma camada aderente sobre a pele gerando uma barreira, ele poderia interferir na secreção e evaporação do suor? Se ele penetrar nos poros das glândulas sudoríparas, seus componentes poderiam interferir na produção do suor?

Connoly e Wilcox (2000) investigaram os efeitos do protetor solar na termorregulação durante exercício em ambiente quente e não observaram diferenças na sudorese global. No entanto, a taxa de sudorese local e o número de glândulas sudoríparas ativadas não foram medidas, o que impede uma análise mais detalhada do efeito do protetor solar na sudorese.

Nesse estudo, Connoly e Wilcox (2000) observaram uma redução na T_{pele} nos indivíduos que utilizaram o protetor solar. Esta redução foi atribuída à umidade da pele provocada pela aplicação do produto. Os autores relataram que a quantidade utilizada (60 mL) contém aproximadamente 40 mL de água e, se cada grama de água é capaz de transferir 2.430 J de calor, houve uma dissipação de calor equivalente a 97 kJ na situação com protetor solar. Desta forma, esses autores

concluem que a utilização do protetor solar pode ser benéfica durante exercícios realizados em ambiente quente e seco.

Contudo, as diferenças na T_{pele} foram observadas somente nos minutos iniciais do exercício e ainda, a quantidade de protetor solar utilizada nesse estudo não reflete a quantidade real utilizada pela maioria das pessoas. De fato, se houver uma redução na T_{pele} , haverá um maior gradiente de temperatura corporal central-periférica, o que pode aumentar a vasodilatação periférica e conseqüentemente a dissipação de calor. Mas parece duvidoso se isso teria sido realmente significativo, já que não houve diferenças na temperatura retal (T_{re}), na FC e no VO_2 entre as situações com e sem o protetor solar.

Em outro estudo sobre o efeito do protetor solar na termorregulação durante o exercício em ambiente quente, também não foram observadas diferenças significativas na T_{re} , no VO_2 , na FC e na taxa de sudorese de indivíduos que realizavam exercício com e sem uso do protetor solar, tanto nas condições de 36% quanto a 69% de URA (WELLS et al, 1984). Em relação à T_{pele} , houve diferença entre as situações com e sem uso do protetor solar somente nas condições ambientais de baixa URA. Estes autores explicaram que, no ambiente seco, o protetor solar aumentou a umidade da pele e reduziu o gradiente evaporativo pele/ambiente, então, na situação com protetor solar, a evaporação foi menor e, conseqüentemente, a T_{pele} foi maior. No ambiente úmido, independente de haver ou não o protetor solar, o gradiente pele/ambiente já era reduzido.

Outra hipótese levantada por Wells et al (1984) é de que o protetor solar poderia obstruir os poros das glândulas sudoríparas (principalmente porque o veículo do produto utilizado é à base de óleo), o que implicaria em menor secreção de suor e conseqüente redução da evaporação, levando a uma maior T_{pele} na

situação com protetor solar em ambiente úmido. Entretanto, não houve diferença significativa na taxa de sudorese total, em que os valores foram de $407,3 \text{ g.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$ para a condição com o uso do protetor e $349,1 \text{ g.m}^{-2}.\text{h}^{-1}$ para a condição sem o uso do protetor.

Os estudos de Connolly e Wilcox (2000) e Wells et al (1984) se contradizem em relação à T_{pele} , pois no primeiro, ela foi maior devido ao “banho” de protetor solar e, no segundo, ela foi maior devido à redução do gradiente evaporativo pele/ambiente. Além disso, ambos trabalhos não responderam algumas questões importantes sobre o efeito do protetor solar na termorregulação e ainda, não investigaram a fadiga. Outro problema encontrado nestes estudos se refere à radiação solar, pois o primeiro não utilizou radiação solar e no segundo estudo houve radiação solar simulada, mas não foi relatada a temperatura de globo (T_{globo}) nem os tipos de raios solares existentes.

Pode-se pensar que, se o protetor solar é capaz de obstruir os poros no local onde foi aplicado, poderia haver um aumento na taxa de sudorese nas regiões do corpo onde este não foi aplicado e, como consequência, não haveria diferença na taxa de sudorese total. E ainda, podemos inferir que a combinação entre protetor solar e sudorese pode impedir a evaporação do suor de duas maneiras: forma-se uma película na pele onde o suor fica “preso” entre a pele e a camada de protetor solar e não se evapora ou então os componentes químicos do protetor solar alteram de alguma forma o ponto de vaporização da água presente no suor. Mas como nos estudos de Connolly e Wilcox (2000) e Wells et al (1984) não foram medidas a taxa de sudorese local, o número de glândulas sudoríparas ativadas e a taxa de suor evaporado, essa informação não pode ser confirmada. De acordo com a literatura analisada até então, estas hipóteses ainda não foram testadas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Procedimentos éticos

Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (parecer 185/08). Todos os procedimentos realizados respeitaram as normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

Antes de iniciar a coleta de dados foi realizada uma reunião com cada indivíduo que se dispôs voluntariamente a fazer parte deste estudo. Nesta reunião, foi verificado se os indivíduos se enquadravam nos critérios de inclusão do estudo e, em caso afirmativo, foram fornecidas informações sobre os objetivos e todos os procedimentos que seriam adotados durante a realização da pesquisa, bem como os possíveis riscos relacionados à participação nos experimentos. Após as explicações, os indivíduos que se interessaram em participar do estudo leram e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (anexo 1).

Todos os dados coletados durante a realização deste estudo foram utilizados apenas para fins de pesquisa e somente os pesquisadores envolvidos têm acesso às informações referentes à identidade dos voluntários. Estas precauções foram adotadas com o intuito de preservar a privacidade e o bem-estar dos mesmos.

3.2 Amostra

Foram analisados doze indivíduos de ambos os sexos (seis homens e seis mulheres), adultos, saudáveis e treinados em corrida de longa distância. Foram considerados saudáveis aqueles que não apresentavam nenhum tipo de sinal ou

sintoma patológico, doença crônica e lesão articular ou muscular. Como critérios de exclusão consideraram-se: menores de dezoito anos, mulheres com alterações no ciclo menstrual, portadores de alguma lesão ou doença, portadores de alergia à protetor solar e indivíduos destreinados em corrida ou que tinham interrompido os treinos há pelo menos um mês.

Para caracterizar a amostra foi realizada uma avaliação física dos voluntários na qual foram avaliados os seguintes dados: idade, tipo de pele, massa corporal, estatura, dobras cutâneas e consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}). Além disso, os voluntários responderam a um questionário sobre o hábito de exposição e proteção ao sol, elaborado pela pesquisadora (anexo 2).

O tipo de pele foi avaliado pela classificação de Fitzpatrick (1988) que leva em consideração a cor da pele e o quanto ela se queima e/ou se bronzeia após exposição ao sol (FITZPATRICK, 1988).

A massa corporal foi medida por uma balança com precisão de 0,02 gramas (Filizola® MF-100) e a estatura através de um estadiômetro acoplado a uma balança (Filizola®). A partir destes dados, a área de superfície corporal (ASC) dos voluntários foi calculada utilizando uma equação já estabelecida na literatura (DuBOIS e DuBOIS, 1916).

Utilizando um plicômetro científico (Lange®) foram medidas nove dobras cutâneas (subescapular, tríceps, bíceps, peitoral, subaxilar, suprailíaca, abdominal, coxa e perna) de acordo com o protocolo de Heyward (2004). Posteriormente foi realizado o cálculo do somatório das dobras.

Para estimar o VO_{2max} foi utilizado o protocolo de Cooper no qual os indivíduos devem percorrer a maior distância possível em doze minutos e o VO_{2max} é calculado através de equação apropriada (COOPER, 1968). Este teste foi realizado

em uma quadra onde foi demarcada uma área de corrida com 110 metros. Durante o teste, a FC foi medida a cada minuto utilizando um cardiofrequencímetro (Polar Accurex Plus™) e a PSE foi medida a cada três minutos utilizando a tabela de Borg (BORG, 1982). Como critério para estabelecer se o VO_{2max} foi atingido, considerou-se valores de FC máxima (FC_{max}) maiores que 90% da FC_{max} prevista pela idade ($FC_{max} = 220 - idade$) ou PSE maior ou igual à 18 no último minuto do teste (HOWLEY et al, 1995).

3.3 Delineamento experimental

Os experimentos foram conduzidos em cinco dias estabelecendo-se a seguinte sequência: no primeiro dia foi realizada a avaliação física, no segundo dia a familiarização e, nos dias restantes, as situações experimentais. A avaliação física foi realizada no Laboratório de Fisiologia do Exercício da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais. A familiarização e as situações experimentais foram realizadas no Centro Esportivo Universitário da mesma universidade.

Foram três situações experimentais: uma situação controle na qual não havia aplicação do protetor solar (CON) e duas situações com protetor solar, sendo cada situação com um tipo diferente deste produto (PS1 e PS2). O intervalo entre cada situação foi de sete a trinta e cinco dias. Os indivíduos foram analisados em grupo de três, sendo que em um mesmo dia e horário (mesmo ambiente), cada indivíduo realizava uma situação experimental diferente. A ordem das situações foi sorteada e foi utilizado delineamento cruzado e balanceado.

As situações experimentais consistiram de uma corrida de 10 km em intensidade auto-regulada, sendo cinco estágios de 2 km com pausa passiva de cinco minutos entre os estágios. A corrida foi realizada em uma pista de 378 metros com solo de asfalto e completa exposição ao sol (figura 1A). Os indivíduos percorriam cinco voltas na pista e então percorriam mais 110 metros para completar os 2 km de cada estágio. Eles foram orientados a alcançar seu melhor desempenho em cada estágio, ou seja, deveriam completar os 2 km no menor tempo possível. Durante as pausas, os indivíduos permaneceram sentados à sombra (figura 1B).

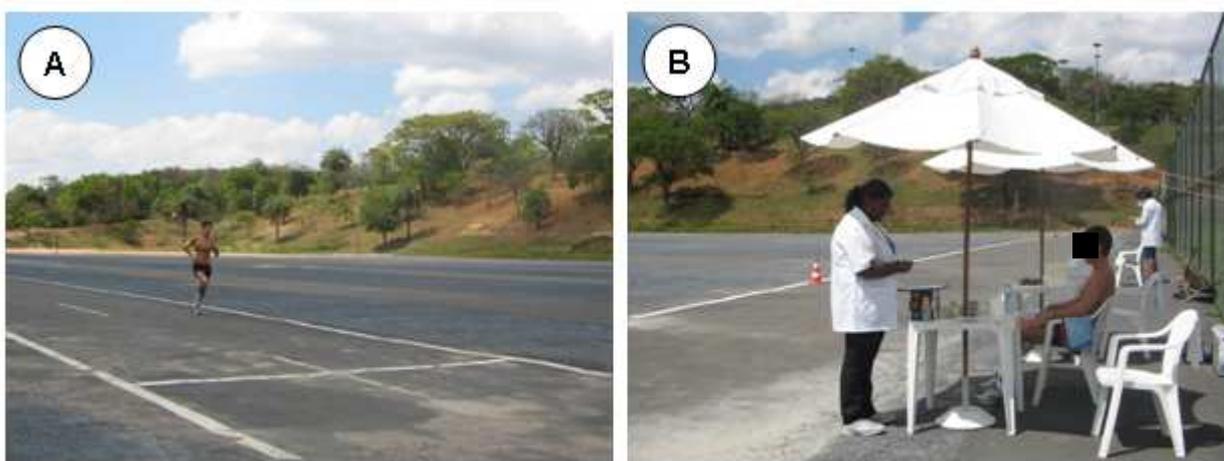


Figura 1 – A: pista de corrida. B: local da pausa passiva entre os estágios

Antes das três situações experimentais foi realizada uma sessão de familiarização para que o indivíduo elaborasse sua estratégia de corrida de forma a completar os 10 km em seu melhor desempenho e, ainda, para que ele se familiarizasse com os procedimentos experimentais, evitando assim qualquer resposta fisiológica relacionada à novidade. A sessão de familiarização foi semelhante à sessão experimental, entretanto, a aplicação do protetor solar foi opcional e não controlada (*ad libitum*). A quantidade aplicada, bem como os locais de aplicação, foram registrados pelos pesquisadores.

3.4 Procedimentos experimentais

Os voluntários chegavam ao Centro Esportivo Universitário e se direcionavam ao vestiário onde trocavam de roupa. Aqueles do sexo masculino utilizaram calção, meias e tênis, e do sexo feminino, a mesma vestimenta acrescida de um *top*. Cada voluntário utilizou a mesma vestimenta em todas as situações experimentais.

O estado de hidratação dos voluntários era avaliado através da medida da densidade da urina. Caso eles estivessem euhidratados, iniciava-se a preparação para o experimento. Caso contrário, eles deveriam beber 300 mL de água e aguardar por vinte minutos para que uma nova medida da densidade da urina fosse realizada (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2007). Para realizar tal medida foi utilizado um refratômetro (Uridens[®]) e foram considerados euhidratados aqueles indivíduos com densidade da urina menor que 1029 (ARMSTRONG et al, 1994). Para garantir o estado de hidratação inicial dos indivíduos foi orientada a ingestão de 6 mL de água por kg de massa corporal quatro horas antes dos experimentos (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2007). O estado de hidratação foi avaliado antes e após o exercício em todos os dias experimentais.

A pele da região da testa, peito, braço, coxa e perna eram higienizadas (as regiões da coxa e perna eram raspadas quando necessário). Então eram marcados os locais de aplicação do protetor solar e de medida da temperatura da pele. Em seguida, os voluntários colocavam a sonda retal (inserida doze centímetros além do esfíncter anal) e o protetor solar era aplicado (no caso das situações PS1 e PS2). Após estes procedimentos, os voluntários eram pesados e imediatamente se direcionavam para a pista de corrida.

Chegando à pista de corrida, os voluntários sentavam à sombra e eram colocados o monitor de FC e os papéis absorventes para medida da sudorese local. As medidas basais de T_{re} e T_{pele} eram realizadas e os indivíduos recebiam as seguintes orientações: aperte bem os cadarços; corra no menor tempo possível; corra sempre próximo à linha interna de demarcação da pista; você pode beber água a qualquer momento, mas não pode jogar água no rosto ou bochechar e cuspir; não enxugue o suor, exceto aquele próximo à região dos olhos. Após estas orientações, iniciava-se o exercício.

Durante os experimentos, não foi permitido que o indivíduo retirasse ou colocasse alguma vestimenta, utilizasse óculos de sol e reaplicasse o protetor solar. Durante a corrida, não foi revelado ao voluntário seu tempo de exercício e sua FC, eles tinham apenas a informação da distância percorrida.

Foi orientado que os voluntários se abstivessem de álcool, drogas e atividades físicas 24 horas antes dos experimentos e que mantivessem alimentação similar nos três dias de experimento.

Após o exercício, eram realizadas as medidas finais, os papéis de absorção de suor e o monitor de FC eram retirados e os voluntários retornavam ao vestiário para realização dos procedimentos pós-exercício: pesagem, coleta do volume e densidade da urina, retirada da sonda retal.

3.5 Aplicação do protetor solar

O protetor solar foi aplicado e espalhado de maneira homogênea na face, pescoço, ombros, braços, antebraços, mãos, costas, tórax e abdômen. Para seguir as recomendações de aplicação do produto, a quantidade de protetor solar utilizada

foi de aproximadamente 2 mg/cm² e o exercício foi iniciado após aproximadamente 30 minutos (34 ± 5) da aplicação (US, Food and Drug Administration, FDA, 2006).

Para garantir a quantidade de protetor solar adequada nas regiões onde seria coletado a TS_{local}, foi delimitada uma área de 40 cm² na testa e 72 cm² no braço, onde o protetor solar foi aplicado (utilizando-se uma seringa) e espalhado com o dedo indicador. Em seguida, o voluntário, auxiliado pela pesquisadora, aplicou o protetor solar nas outras regiões do corpo espalhando com a mão de maneira semelhante nas duas situações experimentais (figura 2).

O protetor solar 1 (PS1) é uma loção, tem FPS 15 e possui a seguinte composição: água, éster alquílico do ácido benzóico, éster graxo do álcool isopropílico, propilenoglicol, dea-fosfato de cetila, PVP, silicone, triéster de glicerina, palmitato de cetila, álcool estearílico, trietanolamina, éster de sorbitol, fragrância, polímero de acrilato, acetato de vitamina E, quaternium 15, EDTA dissódico, metoxicinamato de octila, oxibenzona, salicilato de octila e dióxido de titânio. Este protetor solar foi escolhido por ser o mais vendido no Brasil¹ (FACTOR DE SOLUÇÃO, 2004).

O protetor solar 2 (PS2) é uma loção cremosa, com consistência mais pastosa em comparação ao PS1, tem FPS 30 e possui a seguinte composição: água, metoxicinamato de etilexila, salicilato de etilexila, octocrilene, amido octenilsuccinato de alumínio, benzoato de alquila C12-15, isoestearato de isopropila, butilenoglicol, bis etilexiloxifenol metoxifenil triazina, cetil fosfato de potássio, dióxido de titânio, tricontanil PVP, fenoxietanol, trietanolamina, álcool estearílico, dimeticona, palmitato de cetila, triberrenina, fragrância, carbômero, crosopolímero de acrilatos/acrilato de alquila C10-30, acetato de tocoferila, EDTA dissódico, butilcarbamato de

¹ Estudo elaborado pela empresa Factor de Solução, filiada à Kline Group, aponta que a (...) lidera o ranking dos fabricantes de protetores solares, detendo cerca de 33% do mercado brasileiro em 2006, mais que o dobro do segundo colocado, sendo que o protetor solar mais vendido é o (...) FPS 15.

iodopropinila. Este protetor solar foi escolhido por ser um produto que, segundo o fabricante, é altamente aderente à pele, altamente resistente ao suor e indicado para práticas esportivas.



Figura 2 – Aplicação do protetor solar

3.6 Variáveis medidas e cálculos realizados

As variáveis medidas nas situações experimentais foram: tempo de corrida, sudorese total, sudorese local, número de glândulas sudoríparas ativadas, T_{int} , T_{pele} , FC, PSE, conforto térmico, ingestão de água e estado de hidratação pós-exercício. Posteriormente, foram calculados: velocidade de corrida, taxa de sudorese total, taxa

de sudorese local, índice de estresse fisiológico (IEF), gasto energético e taxa de armazenamento de calor.

Para calcular a velocidade de corrida foi registrado o tempo gasto para percorrer cada volta (378 metros) e para percorrer os 110 metros restantes utilizando relógios digitais que informam hora, minuto e segundo. Cada vez que o voluntário passava pelo ponto inicial de exercício, ou seja, quando ele completava cada volta, eram registrados hora, minuto e segundo. Da mesma forma, o tempo era registrado após completar os 110 metros finais do estágio, como mostrado na tabela 1.

Tabela 1 – Cálculo da velocidade de corrida

Volta	Distância percorrida	Horário	Tempo gasto	Velocidade
	Início do exercício →	12:26:36		
1 ^a .	378 m	12:28:03	87 s	4,34 m/s
2 ^a .	756 m	12:29:27	84 s	4,50 m/s
3 ^a .	1134 m	12:30:53	86 s	4,40 m/s
4 ^a .	1512 m	12:32:20	87 s	4,34 m/s
5 ^a .	1890 m	12:33:43	83 s	4,55 m/s
-----	2000 m	12:34:10	27 s	4,07 m/s

Para medir a quantidade de suor total secretada, o indivíduo foi pesado antes e após o exercício em uma balança com precisão de 0,02 gramas (Filizola® MF-100). Para calcular a taxa de sudorese total, a variação da massa corporal foi dividida pelo tempo entre as pesagens e pela área de superfície corporal, e corrigida pelo volume de água ingerido e pelo volume de urina excretado durante o exercício. Os indivíduos foram pesados nus, em uma cabine com total privacidade. Antes da pesagem pós-exercício, os indivíduos foram orientados a secar todo o suor utilizando uma toalha.

O suor local foi medido na região central da testa e no braço e coxa, ambos do lado direito, por meio da técnica do papel absorvente (VIMIEIRO-GOMES et al, 2005) que consiste na colocação de um pedaço de papel absorvente sobre a pele, coberto com plástico e vedado com micropore™ (figura 3). Os papéis colocados no braço e na coxa tinham 2,1 mm de espessura e 25 cm² de área (para os voluntários 1 a 3) e 6 cm² de área (para os voluntários 4 a 12). O papel utilizado na testa tinha 2,8 mm de espessura e 16 cm² de área (para os voluntários 1 a 3) e 4 cm² de área (para os voluntários 4 a 12). A taxa de sudorese local foi calculada pela diferença do peso do papel antes e após o exercício, dividida pelo tempo de contato do papel com a pele e pela área do papel. A pesagem dos papéis foi realizada em uma balança analítica (Mettler® modelo AL-204) com precisão de 0,001 g.

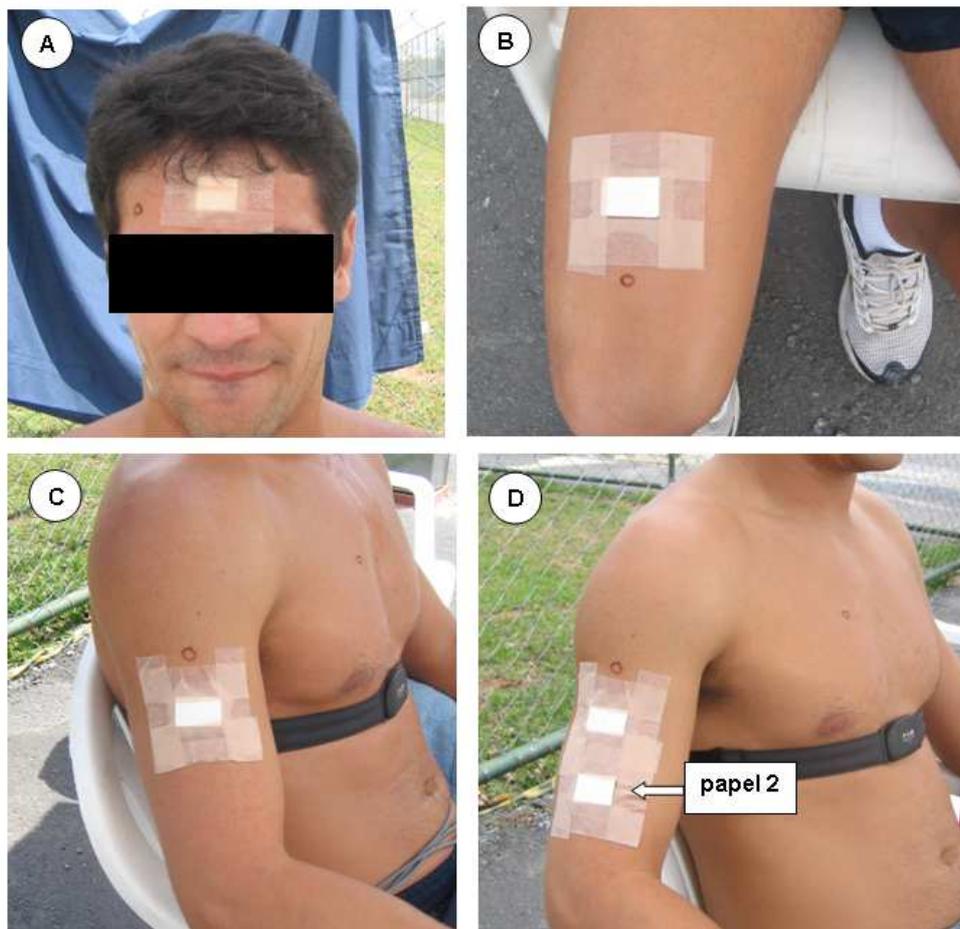


Figura 3 – Coleta do suor local na testa (A), na coxa (B), no braço durante todo o período de exercício (C) e no braço durante o primeiro estágio de exercício (D).

Os papéis foram colocados no início do exercício e retirados ao final do mesmo. Para verificar se o efeito do protetor solar na taxa de sudorese poderia ser diferente entre o período inicial e total do exercício foi colocado outro papel no braço direito, que foi retirado após o primeiro estágio de exercício. Este segundo papel no braço (papel 2) foi colocado próximo ao local onde já estava o papel anterior (figura 3D).

Antes de iniciar a coleta de dados foi realizado um teste para verificar a quantidade de protetor solar absorvida pelo papel. Foi observado que essa quantidade é mínima, desde que o papel seja colocado sobre a pele após 30 minutos de aplicação do protetor solar (anexo 3).

O número de glândulas sudoríparas ativadas foi medido na região central da testa, no braço e na coxa, ambos do lado direito, por meio da técnica do papel impregnado com iodo (SATO e DOBSON, 1970). Esta técnica consiste na aplicação sobre a pele de um pedaço de papel de 25 cm², previamente impregnado com iodo. O suor secretado pelas glândulas sudoríparas reage com o iodo e os pontos onde há secreção de suor ficam impressos no papel (figura 4). A aplicação ocorreu imediatamente após o exercício e após o primeiro estágio somente na região do braço onde se encontrava o papel 2.

A T_{int} foi medida através de uma sonda de temperatura retal (Yellow Springs Instruments, Series 400) inserida 12 cm além do esfíncter anal. Os indivíduos realizavam o exercício com a sonda (figura 5A) e, durante os períodos de pausa, o sensor da mesma era acoplado em um teletermômetro (Yellow Springs Instruments, 4600) para visualização da T_{re} (figura 5B).



Figura 4 – Medida das glândulas sudoríparas ativadas utilizando a técnica do papel impregnado com iodo.



Figura 5 – A: voluntário com a sonda retal, preparado para iniciar o exercício. B: medida da T_{re} nos períodos de pausa.

A T_{pele} foi medida durante os períodos de pausa, utilizando um termômetro infra-vermelho (Fluke 566®). Os locais de medida da T_{pele} foram: região lateral testa, região lateral e proximal do braço, região lateral do tórax (aproximadamente 7 cm abaixo da clavícula), região distal da coxa e região medial da perna, todas do lado

direito do corpo (figura 6). Posteriormente foi realizado o cálculo da temperatura média da pele utilizando equação estabelecida na literatura (RAMANATHAN, 1964).



Figura 6 – Medida da temperatura da pele na testa, peito, coxa e perna.

A FC foi registrada a cada minuto durante todo o período de exercício utilizando um monitor de FC (Polar S610i™). Os registros foram transmitidos ao computador por uma interface (Polar IR Interface™) e para a leitura dos dados foi utilizado o programa *Polar Precision Performance™ Software*.

Durante os períodos de pausa, a PSE foi avaliada utilizando a escala de Borg (BORG, 1982) e o conforto térmico foi avaliado utilizando uma escala de 7 pontos, onde 0 é a situação confortável, +3 é a situação em que o voluntário se sente muito desconfortável ao calor e -3 muito desconfortável ao frio (EPSTEIN e MORAN, 2006).

Durante os experimentos, a ingestão de água foi *ad libitum* e, a quantidade de água ingerida, bem como a temperatura da água foram medidas. A densidade e o volume da urina após o exercício também foram medidos.

A partir dos dados da FC e da T_{re} foi calculado o IEF, seguindo a seguinte equação (MORAN et al, 1998):

$$IEF = 5 \times (T_{re\ t} - T_{re\ 0}) \times (39,5 - T_{re\ 0})^{-1} + 5 \times (FC\ t - FC\ 0) \times (180 - FC\ 0)^{-1} \quad (2)$$

onde $T_{re\ t}$ e $FC\ t$ são medidas da T_{re} e FC em um determinado momento do exercício, $T_{re\ 0}$ e $FC\ 0$ são os valores de repouso, 39,5 é a T_{re} máxima e 180 é a FC_{max} .

A taxa de acumulação de calor (S) foi calculada em cada estágio de exercício utilizando a seguinte equação (ATKINS e THOMPSON, 2000):

$$S = [(3.474 \times m \times \Delta T_b) \times t^{-1}] \times ASC^{-1} \quad (3)$$

onde 3.474 é o calor específico dos tecidos corporais ($J.^{\circ}C^{-1}.kg^{-1}$), m é a massa corporal do indivíduo (kg), ΔT_b é a variação da temperatura corporal ($^{\circ}C$), t é o tempo de exercício (s) e ASC é a área de superfície corporal do indivíduo (m^2). A temperatura corporal foi considerada como 80% da T_{re} e 20% da temperatura média da pele (COLIN et al, 1971).

O gasto energético foi calculado utilizando os dados da velocidade de corrida. A partir de dados da literatura (McARDLE et al, 2003) que relacionam velocidade de corrida sem inclinação e os respectivos valores de equivalentes metabólicos (MET)

foi realizada uma equação de *Pearson* em que se obteve um R^2 de 0,99 e a seguinte equação:

$$\text{MET} = (0,0575 \times \text{velocidade}) + 0,9152 \quad (4)$$

Após obtidos os valores em MET, foi calculado o gasto energético em Kcal.h^{-1} em cada estágio de exercício.

3.7 Condições ambientais

Os experimentos foram realizados ao ar livre, em local com ampla exposição ao sol, entre os meses de junho e novembro, no período das 10:00 às 16:00 horas. Em dias nublados ou com chuva não eram realizados experimentos.

Durante as situações experimentais, a cada dez minutos, foram medidos o estresse térmico e as temperaturas seca, úmida e de globo utilizando um termômetro IBUTG (TGD-200). A cada cinco minutos foi medida a quantidade de luz visível utilizando-se um luxímetro digital (Instrutherm THDL-400) que foi adaptado para ambientes externos utilizando-se papel sulfite branco para filtrar os raios solares. A velocidade do vento foi medida a cada dois minutos através de um anemômetro (Digital Instruments AD-250).

3.8 Análise estatística

Os dados estão apresentados em média \pm desvio padrão. O voluntário 7 não realizou a situação PS1 e o voluntário 11 não utilizou a sonda retal na situação PS2, portanto, as análises estatísticas consideraram essas parcelas perdidas.

Foi utilizada análise de variância com medidas repetidas com três fatores de variação (ANOVA three-way) para verificar as diferenças na velocidade de corrida, nas temperaturas corporais, na FC, no IEF, na taxa de armazenamento de calor e no gasto energético em cada estágio de exercício, bem como na taxa de sudorese local e na densidade da urina.

Para verificar as diferenças na velocidade média de corrida, na taxa de sudorese total, na ingestão de água, no número de glândulas sudoríparas ativadas e no efeito do treinamento na velocidade de corrida, foi utilizada análise de variância com medidas repetidas e duas fontes de variação (ANOVA two-way).

Para análise da PSE e do conforto térmico foi utilizado teste não paramétrico de Wilcoxon.

Caso fosse encontrado um F significativo no teste de Fisher, o teste de Student Newman Keuls foi utilizado como post-hoc para determinar o local da diferença quando o coeficiente de variação da variável fosse maior que 15%, e caso fosse menor que 15% foi utilizado o post-hoc de Tukey (SAMPAIO, 2002). O nível de significância adotado foi de 5%.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se os programas STATÍSTICA 7 e SPSS versão 16.0.

4. RESULTADOS

As características físicas dos indivíduos analisados neste estudo estão apresentadas na tabela 2. Comparando-se com as mulheres, os homens apresentaram menor somatório de dobras cutâneas e maiores massa corporal, estatura, ASC e VO_{2max} . Não houve diferenças na idade e na FC_{max} entre os sexos. Em relação ao tipo de pele, apenas um indivíduo apresentou tipo de pele I, quatro indivíduos apresentaram tipo de pele II, também quatro indivíduos apresentaram tipo de pele III, dois indivíduos apresentaram tipo de pele IV, um indivíduo tipo V e nenhum tinha o tipo VI (tabela 3).

Tabela 2 – Características físicas dos voluntários

	Idade (anos)	Massa corporal (kg)	Estatura (cm)	ASC (m ²)	Σ dobras Cutâneas	VO_{2max} (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	FC_{max} (bpm)
F	26 ± 1	56,6 ± 4,1*	167 ± 3*	1,63 ± 0,07*	148 ± 23*	40,3 ± 5,7*	193 ± 7
M	25 ± 4	73,3 ± 3,5	175 ± 3	1,88 ± 0,09*	112 ± 40	55,6 ± 8,8	190 ± 12
T	25 ± 3	65,0 ± 10,1	171 ± 5	1,75 ± 0,15	130 ± 36	48,0 ± 10,6	191 ± 9

Dados apresentados como média ± desvio padrão. F: feminino. M: masculino. T: todos os voluntários. ASC: área de superfície corporal. VO_{2max} : consumo máximo de oxigênio. FC_{max} : frequência cardíaca máxima. (*) diferença entre os sexos, $p < 0,05$.

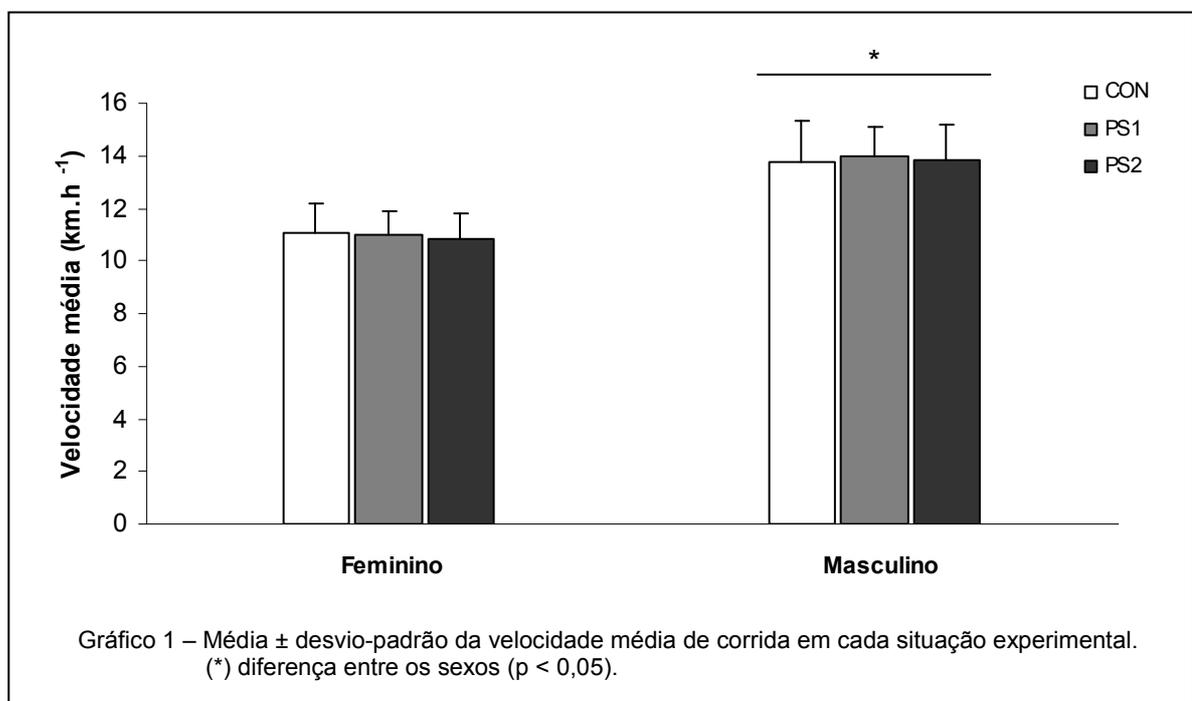
Tabela 3 – Tipo de pele dos voluntários

	Tipo de pele					
	I	II	III	IV	V	VI
F	1	2	2	1	0	0
M	0	2	2	1	1	0

Tipo de pele de acordo com a classificação de Fitzpatrick (1988). F: feminino. M: masculino.

O gráfico 1 apresenta a velocidade média de corrida em km.h^{-1} nas três situações experimentais. No grupo masculino, ela foi de $13,78 \pm 1,51$ na situação CON, $13,95 \pm 1,17$ na situação PS1 e $13,83 \pm 1,38$ e na situação PS2; e no grupo feminino foi de $11,05 \pm 1,14$ (CON), $11,00 \pm 0,92$ (PS1) e $10,83 \pm 1,01$ (PS2). A velocidade de corrida não foi diferente entre as três situações experimentais, mas foi diferente entre os sexos, sendo maior nos homens em todas as situações. Os resultados da velocidade de corrida em cada estágio estão apresentados no gráfico 2. Em ambos os sexos, a velocidade foi menor no quarto estágio em comparação com o primeiro ($p = 0,02$) e com o segundo estágio ($p = 0,05$).

Comparando-se a velocidade de corrida no decorrer dos dias experimentais, observou-se que não houve diferença entre os dias, mostrando que não houve efeito de treinamento (tabela 4).



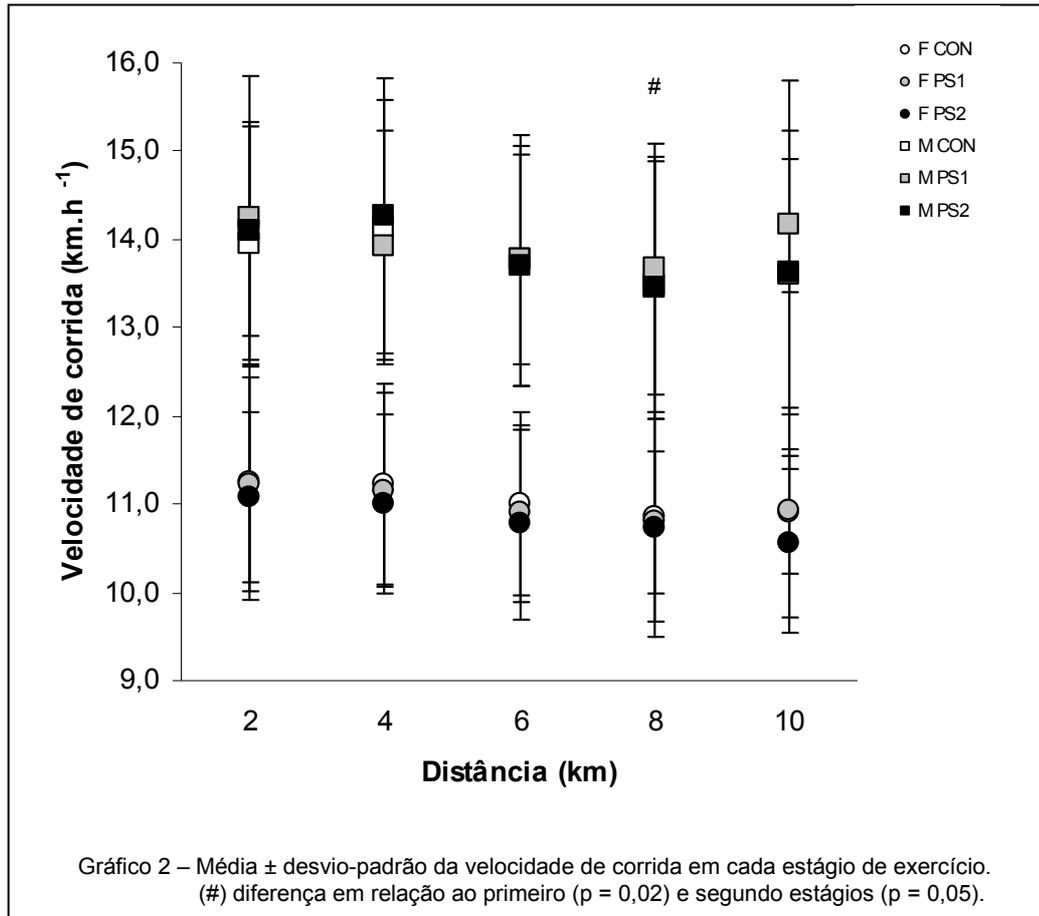


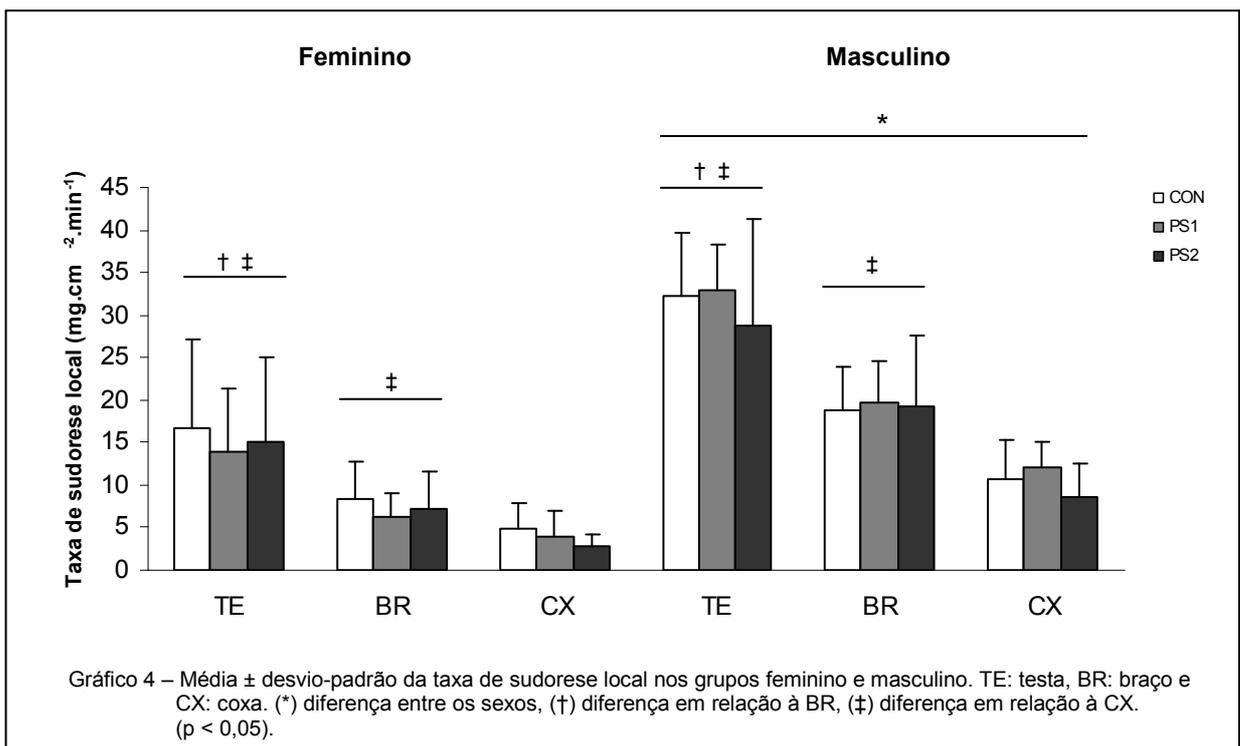
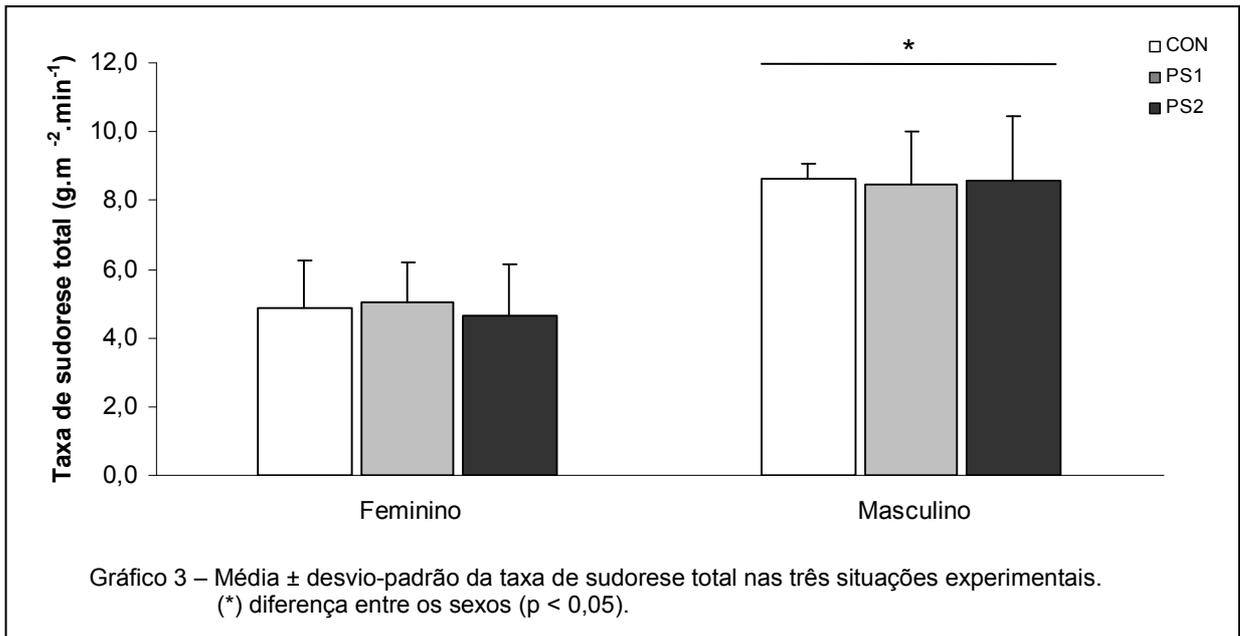
Tabela 4 – Efeito do treinamento

	Velocidade de corrida (km.h ⁻¹)			
	Familiarização	1º dia experimental	2º dia experimental	3º dia experimental
F	10,96 ± 1,20	10,82 ± 1,03	11,04 ± 1,04	11,01 ± 1,01
M	14,04 ± 1,59	13,91 ± 1,12	13,78 ± 1,51	13,86 ± 1,48

Dados apresentados como média ± desvio padrão. F: feminino. M: masculino.

A taxa de sudorese total em g.m⁻².min⁻¹ não foi diferente entre as situações experimentais, mas foi diferente entre os sexos, sendo maior nos homens (gráfico 3). No grupo masculino ela foi de 8,6 ± 0,4 (CON), 8,5 ± 1,6 (PS1) e 8,6 ± 1,9 (PS2); e nas mulheres foi de 4,9 ± 1,4 (CON), 5,1 ± 1,2 (PS1) e 4,6 ± 1,5 (PS2).

A taxa de sudorese local em $\text{mg.cm}^{-2}.\text{min}^{-1}$ está apresentada no gráfico 4. Não houve diferença entre as situações experimentais em nenhum dos locais medidos (testa, braço e coxa), entretanto, em todos os locais, a taxa de sudorese local foi maior nos homens em comparação com as mulheres. Em todas as situações experimentais e em ambos os sexos, a taxa de sudorese na testa foi maior que no braço que, por sua vez, foi maior que na coxa.



A taxa de sudorese no braço nos minutos iniciais de exercício não foi diferente entre as situações experimentais. No grupo feminino ela foi de $3,1 \pm 1,3$ (CON), $3,7 \pm 1,2$ (PS1) e $4,4 \pm 1,8$ (PS2) e no grupo masculino ela foi de $13,2 \pm 8,1$ (CON), $9,9 \pm 4,7$ (PS1) e $13,9 \pm 7,8$ (PS2). Como esta variável foi medida durante períodos de tempo diferentes entre os voluntários (de 17 a 62 % do tempo total de exercício), não foi realizada uma comparação entre os sexos.

A tabela 5 apresenta o número de glândulas sudoríparas ativadas. Não houve diferença entre as situações experimentais, mas houve diferença entre os sexos e os locais de medida, sendo que as mulheres apresentaram maior número de glândulas sudoríparas ativadas por cm^2 e a região da testa teve maior número em comparação com as regiões do braço e coxa. Não houve diferença na região do braço entre a medida durante todo o período de exercício e a medida nos primeiros minutos. Os dados de 4 voluntários (3 mulheres e 1 homem) foram descartados, pois o papel impregnado com iodo ficou borrado, dificultando a contagem do número de glândulas, o que poderia comprometer os resultados.

Tabela 5 – Glândulas sudoríparas ativadas

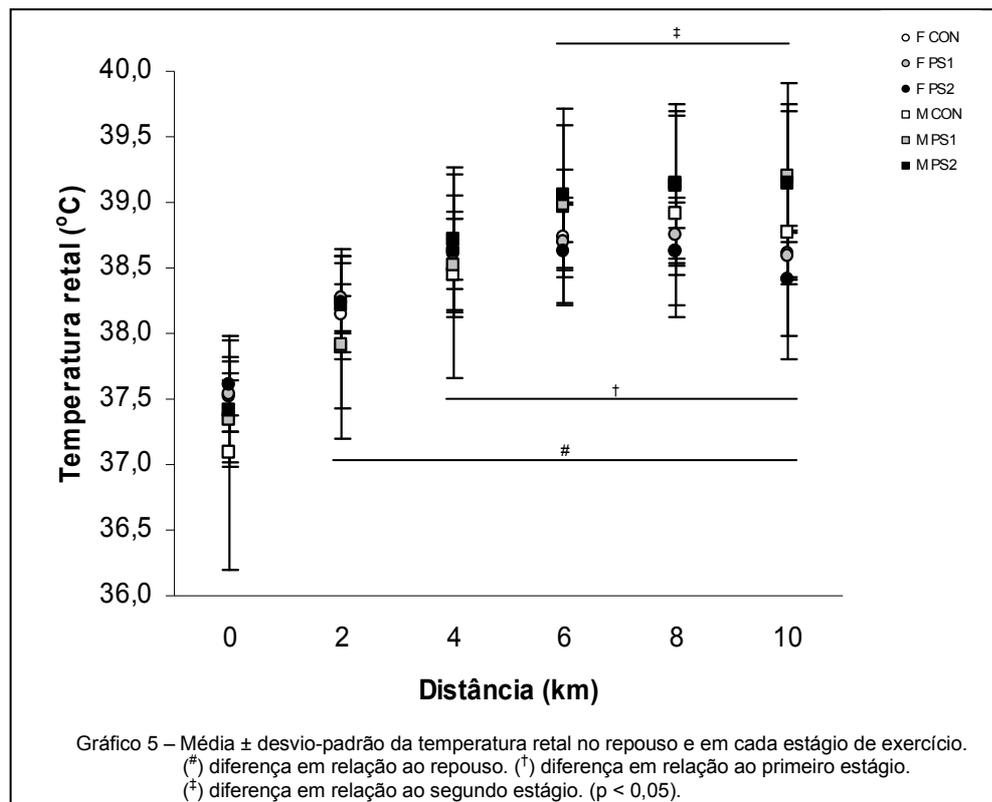
	Feminino			Masculino		
	TE	BR	CX	TE	BR	CX
CON	$98 \pm 20^{*\#}$	$71 \pm 9^*$	$70 \pm 7^*$	$89 \pm 16^\#$	63 ± 10	67 ± 6
PS1	$107 \pm 36^{*\#}$	$77 \pm 15^*$	$70 \pm 3^*$	$85 \pm 2^\#$	68 ± 14	69 ± 20
PS2	$122 \pm 2^{*\#}$	$91 \pm 4^*$	$88 \pm 0^*$	$82 \pm 5^\#$	64 ± 11	66 ± 14

Dados apresentados em média \pm desvio padrão do número de glândulas sudoríparas ativadas por cm^2 de área (n = 8). TE: testa. BR: braço. CX: coxa. CON: controle. PS1: protetor solar 1. PS2: protetor solar 2. (*) diferença entre os sexos. (#) diferença em relação aos outros locais. (p < 0,05).

A T_{re} de repouso e em cada estágio de exercício está apresentada no gráfico

5. Não houve diferença entre as situações experimentais e entre os sexos. A T_{re}

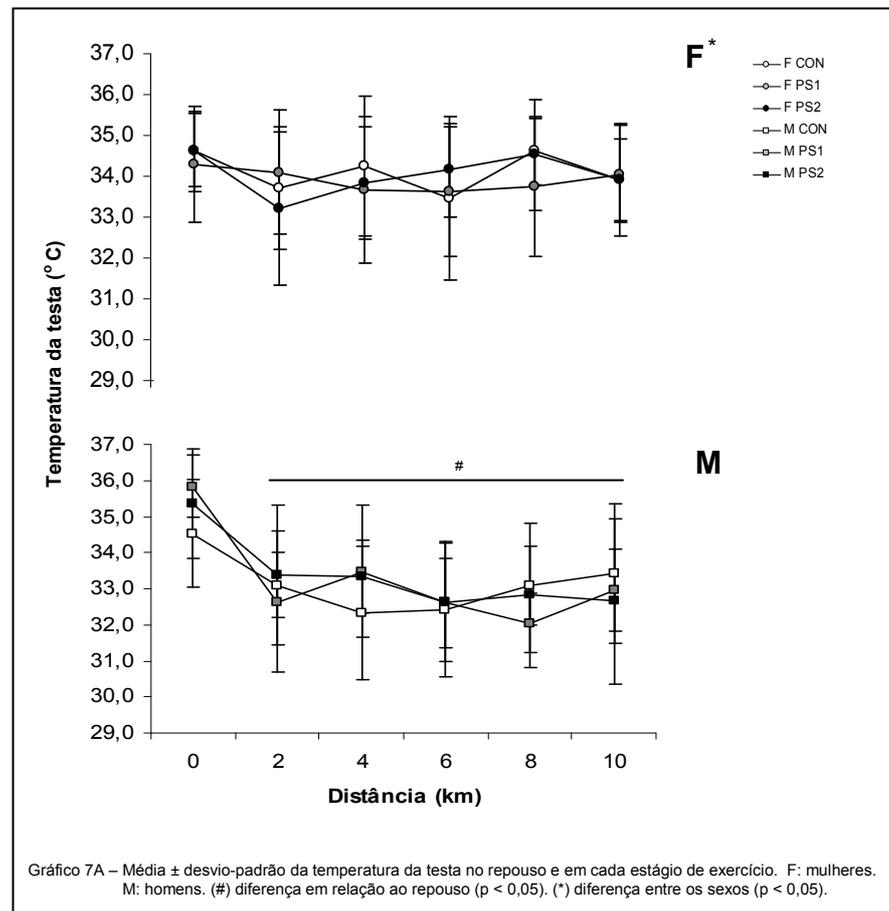
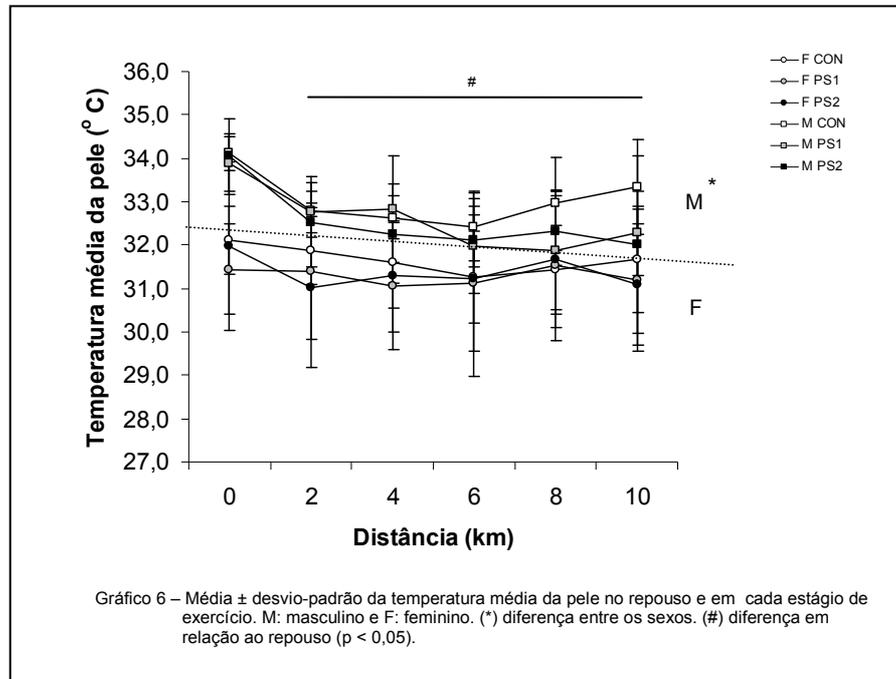
aumentou nos primeiros estágios de exercício e se manteve estável até o final do mesmo. Todos os valores de exercício foram maiores que o repouso. A T_{re} no segundo (4 km), terceiro (6 km), quarto (8 km) e último (10 km) estágios foram maiores que o primeiro estágio (2 km). Os valores de T_{re} no terceiro, quarto e último estágios foram maiores que no segundo estágio.

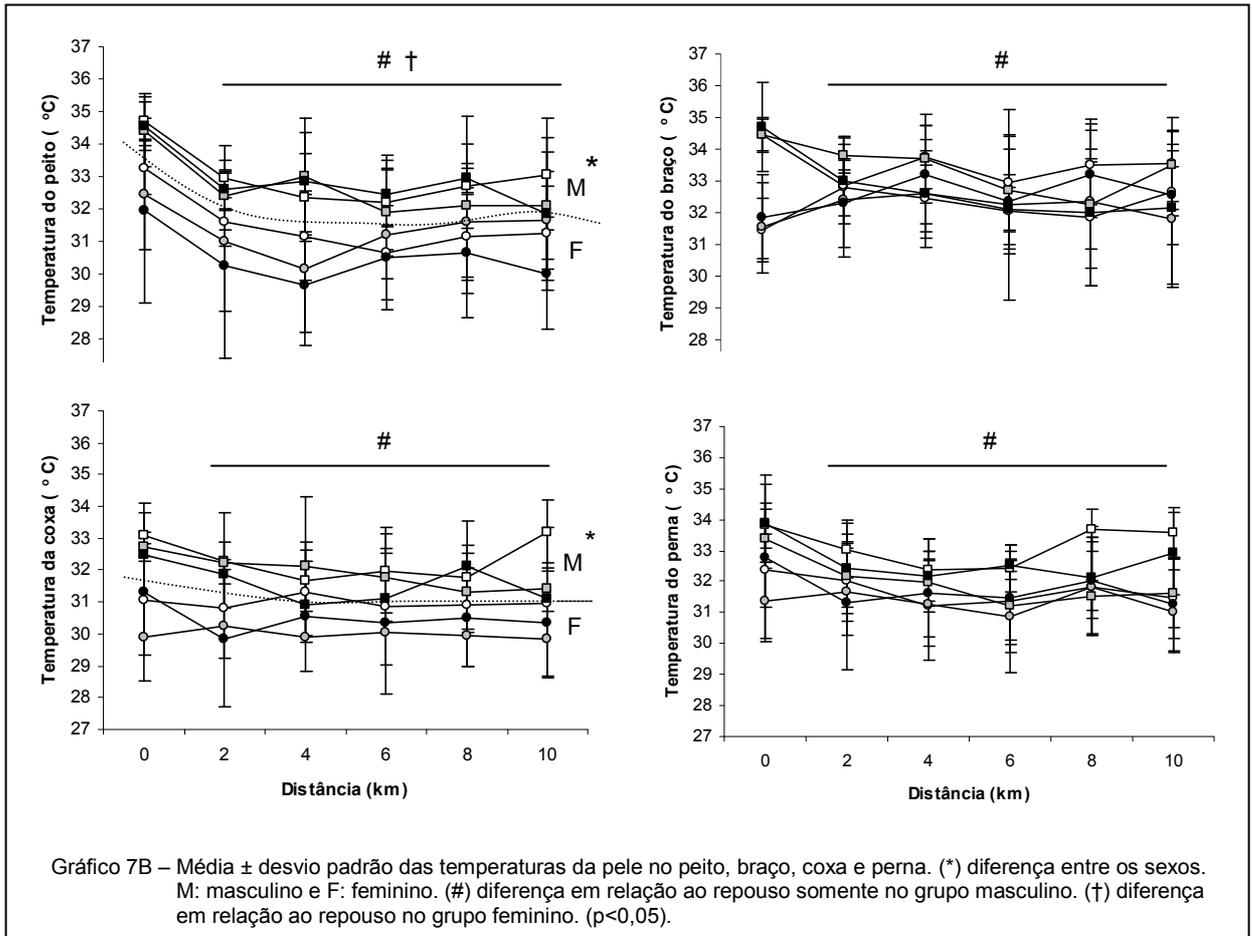


Em todos os locais medidos, a T_{pele} não foi diferente entre as situações experimentais. A temperatura média da pele foi maior nos homens comparados com as mulheres (gráfico 6). Analisando cada local separadamente, foi observado que os homens apresentaram maior temperatura no peito e na coxa e menor temperatura na testa (gráfico 7A e 7B).

No grupo masculino a temperatura média da pele foi maior no repouso em comparação com as temperaturas de exercício (gráfico 6). Tal comportamento

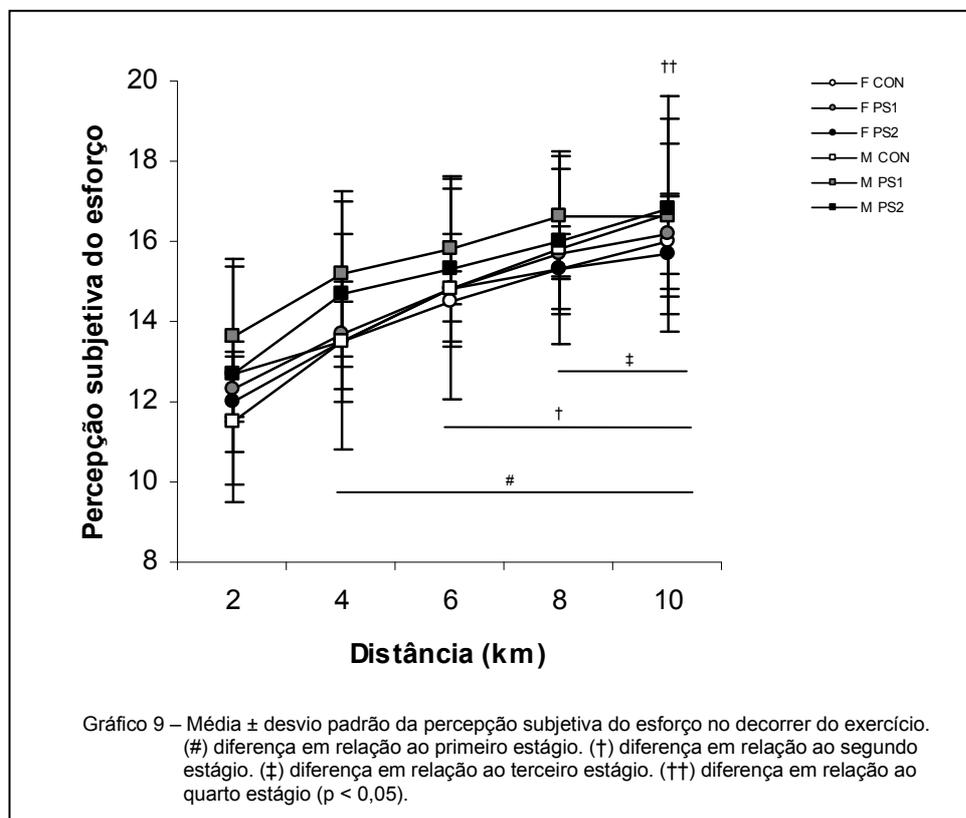
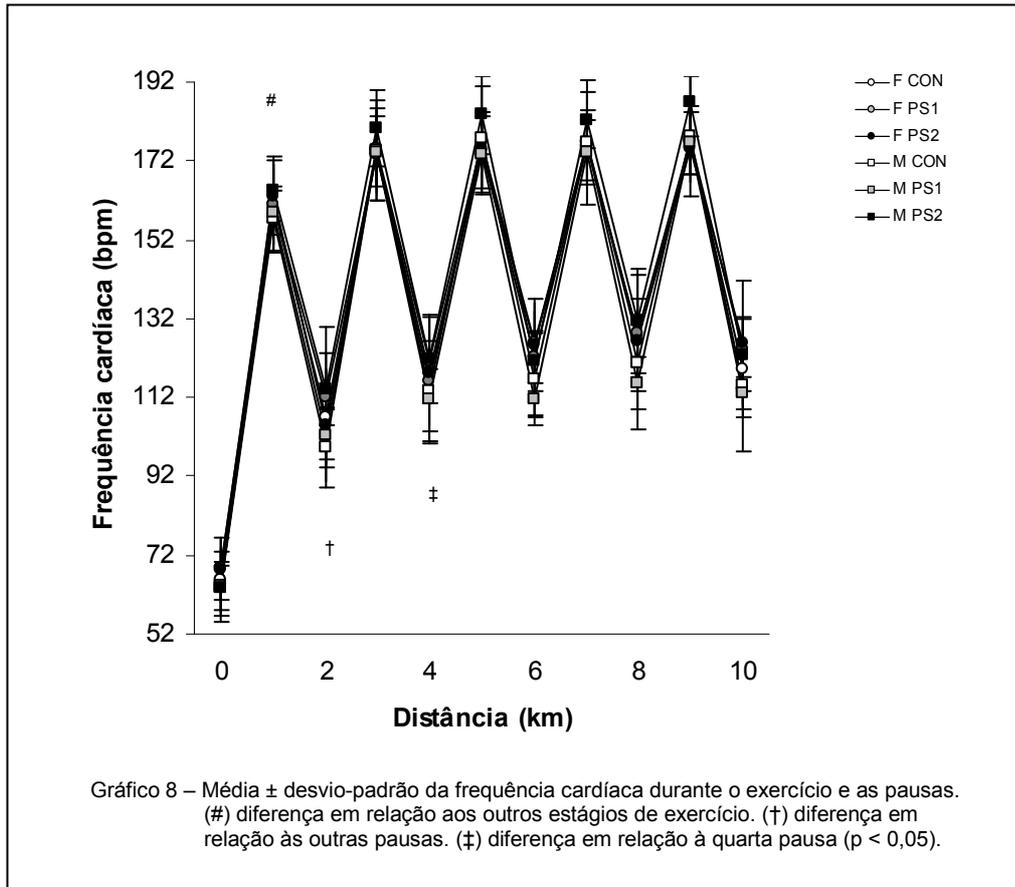
ocorreu porque no grupo masculino, a T_{pele} em todos os locais medidos foi maior no repouso comparado com o exercício e já no grupo feminino, isso ocorreu somente na temperatura do peito (gráfico 7).



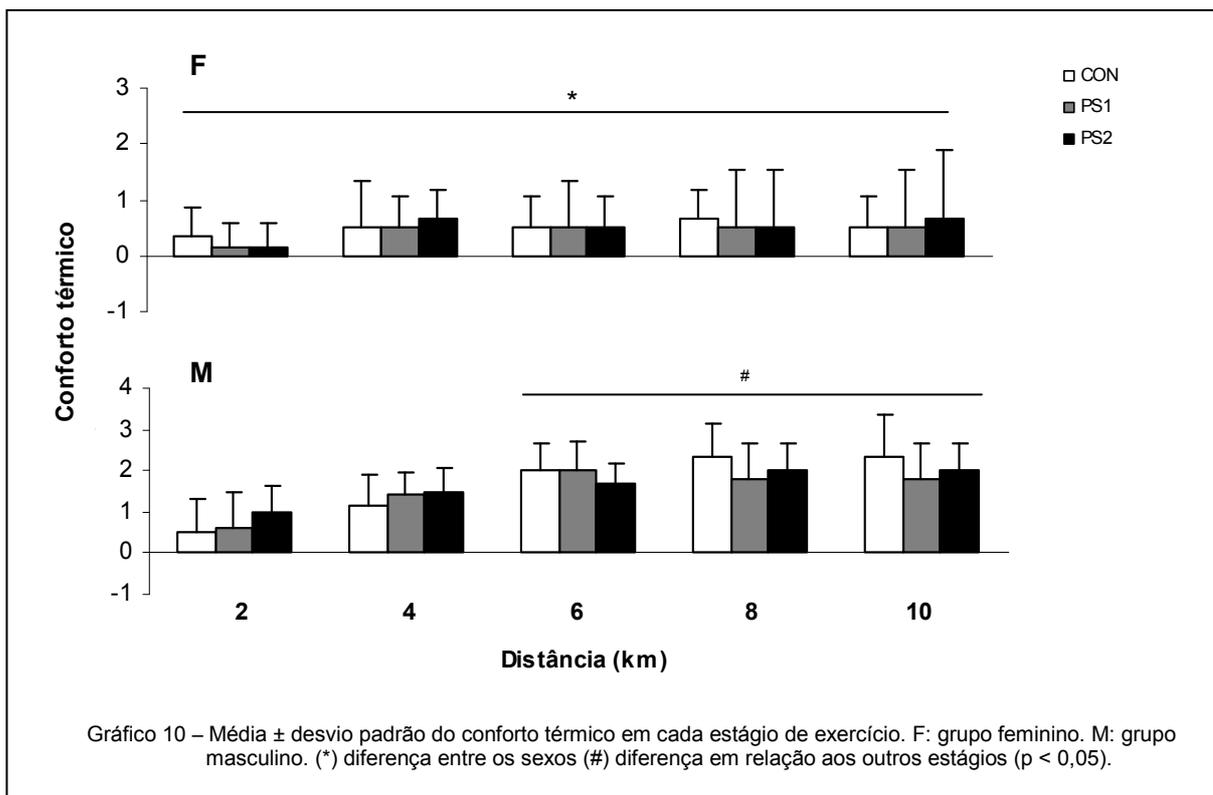


A FC durante o exercício e os períodos de pausa está apresentada no gráfico 8. Não houve diferença entre as situações experimentais e entre os sexos. Tanto no exercício quanto nos períodos de pausa, a FC foi menor no primeiro estágio comparado com os outros estágios. Somente durante os períodos de pausa, a FC no segundo estágio foi menor em relação ao quarto estágio. Todos os valores de exercício foram maiores que os valores de pausa.

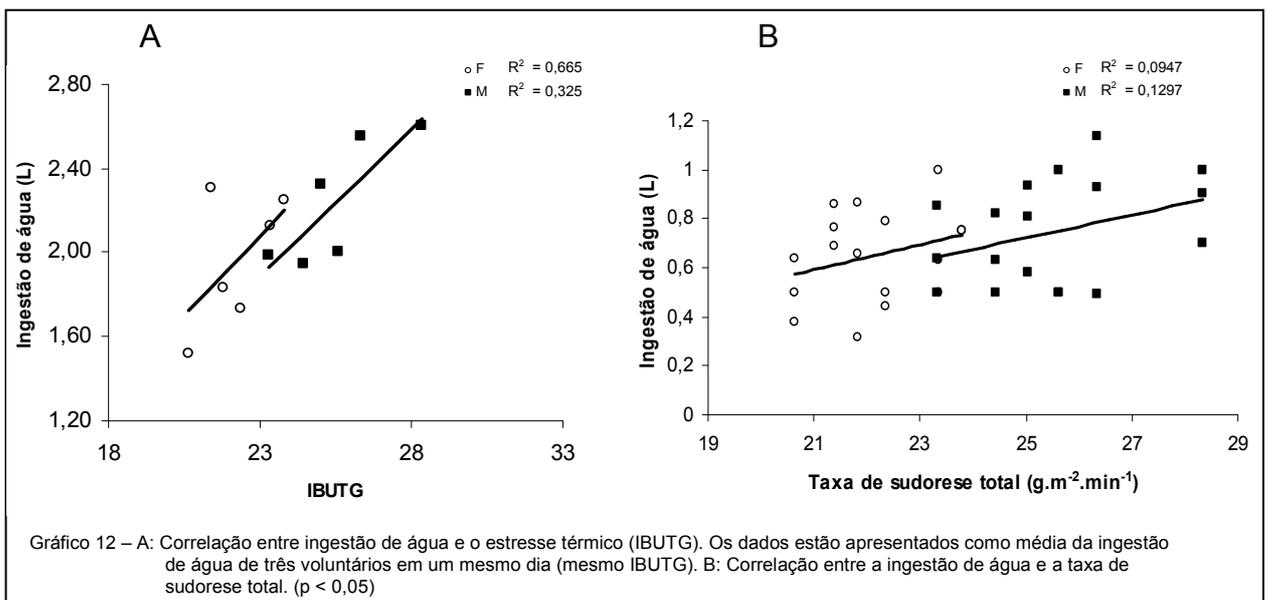
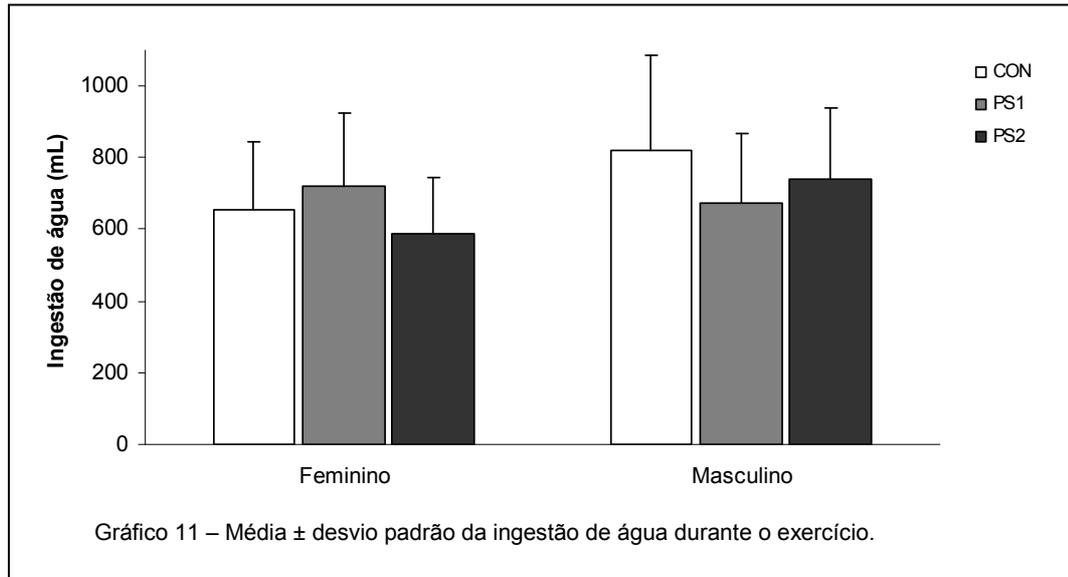
O gráfico 9 mostra a PSE ao longo dos 10 km de exercício em ambos os sexos e em todas as situações experimentais. Não houve diferenças significativas entre as situações experimentais e entre os sexos. A PSE aumentou no decorrer da corrida de forma que houve diferença entre todos os estágios de exercício.



O conforto térmico está apresentado no gráfico 10. Não houve diferença entre as situações experimentais, entretanto, houve diferenças entre os sexos sendo o conforto térmico maior para os homens. No grupo feminino não houve diferença no conforto térmico no decorrer do exercício; já no grupo masculino, o conforto térmico no primeiro e segundo estágios foi menor em comparação aos outros estágios.



Como mostrado no gráfico 11, a ingestão de água durante o exercício não foi diferente entre as situações experimentais, tanto para o grupo feminino (CON: 652 ± 194 mL, PS1: 722 ± 204 mL e PS2: 588 ± 157 mL) quanto para o grupo masculino (CON: 819 ± 164 mL, PS1: 674 ± 191 mL e PS2: 739 ± 199 mL). Também não houve diferença entre os sexos. Não houve correlação significativa entre a ingestão de água e a taxa de sudorese total, entretanto, houve correlação positiva e significativa entre a ingestão de água e o estresse térmico do ambiente (gráfico 12).



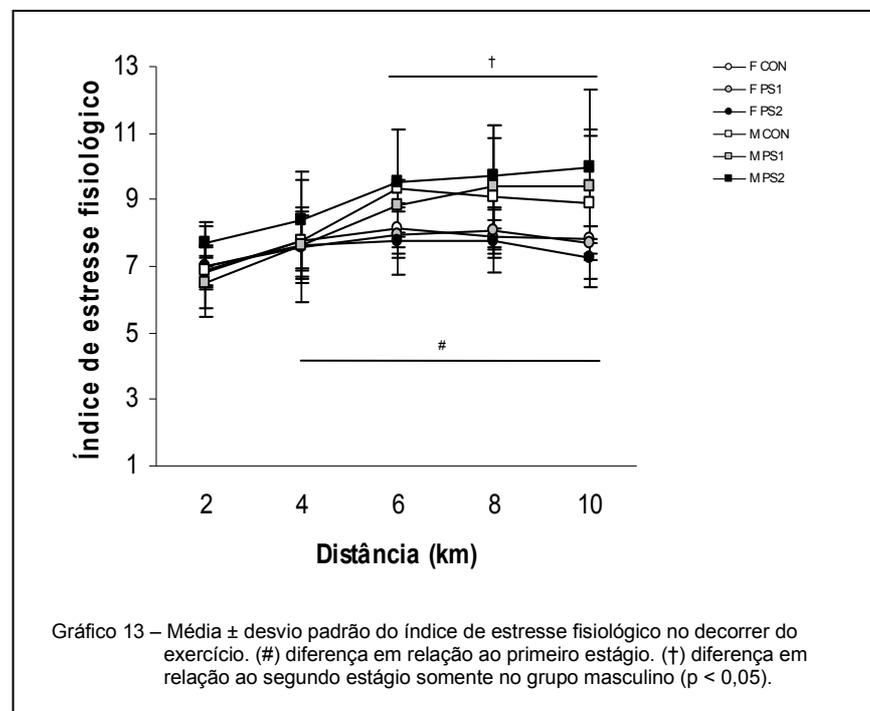
A densidade da urina antes e após o exercício está apresentada na tabela 5. Não houve diferença entre as situações experimentais, tanto antes quanto após o exercício. Comparando-se os sexos, os homens tiveram maior densidade da urina em todas as situações pré-exercício e somente na situação PS2 pós-exercício.

Tabela 6 – Densidade urinária dos voluntários

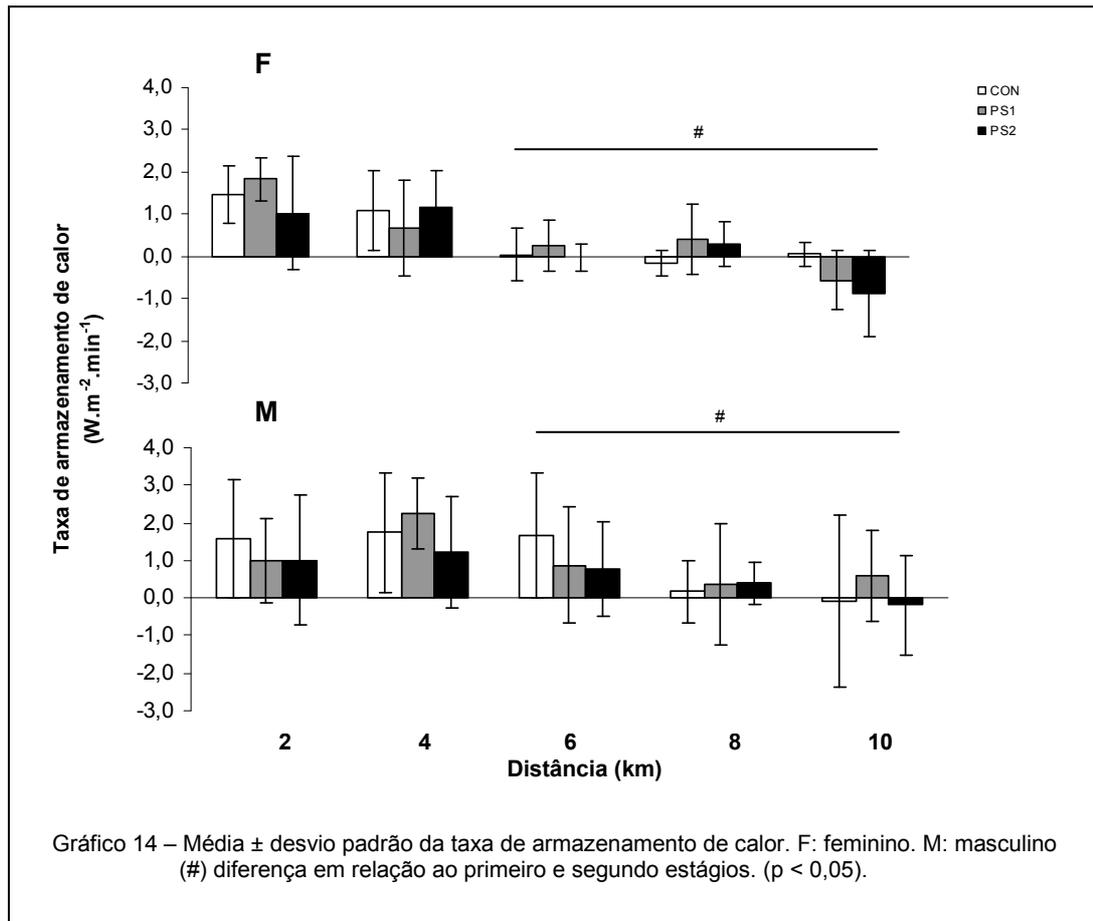
	CON		PS1		PS2	
	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS
F	1009 ± 6*	1015 ± 6	1010 ± 9*	1017 ± 4	1010 ± 7*	1014 ± 5*
M	1020 ± 8	1020 ± 7	1020 ± 6	1015 ± 5	1021 ± 3	1022 ± 3

Média ± desvio padrão da densidade da urina antes (PRE) e após (PÓS) o exercício. F: feminino. M: masculino. (*) diferença entre os sexos. (#) diferença entre PRÉ e PÓS. ($p < 0,05$).

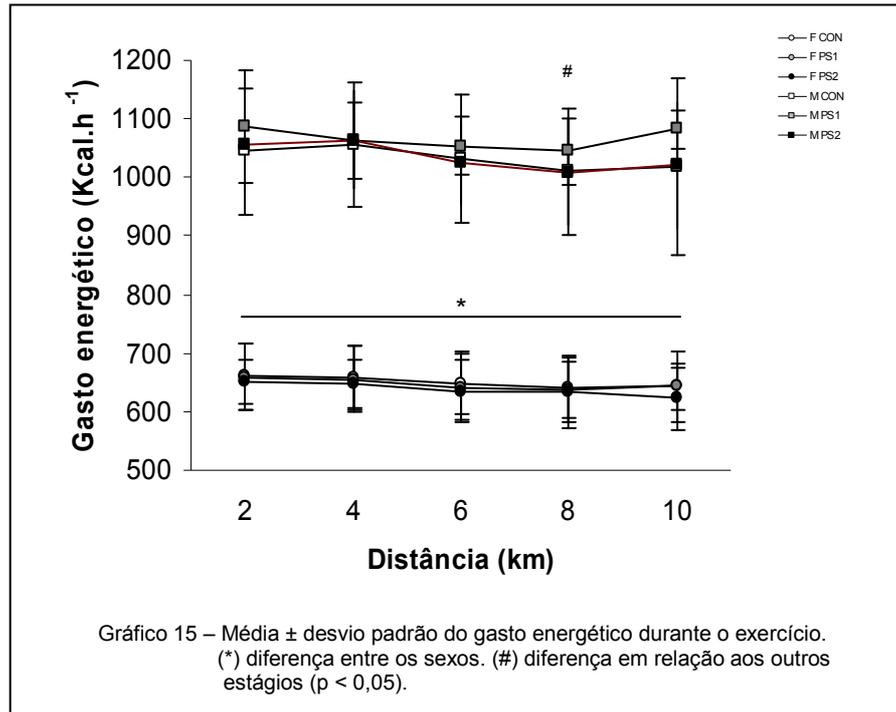
O IEF está apresentado no gráfico 13. Não houve diferença entre as situações experimentais e entre os sexos, mas houve diferenças no decorrer do exercício. Em ambos os sexos, o IEF foi menor no primeiro estágio (2 km) em relação aos demais e somente no grupo masculino ele foi menor no segundo estágio (4 km) em relação aos demais.



A taxa de armazenamento de calor não foi diferente entre as situações experimentais e entre os sexos, mas foi diferente entre os estágios de exercício sendo que nos dois primeiros estágios a taxa de armazenamento de calor foi maior em relação aos três últimos (gráfico 14).

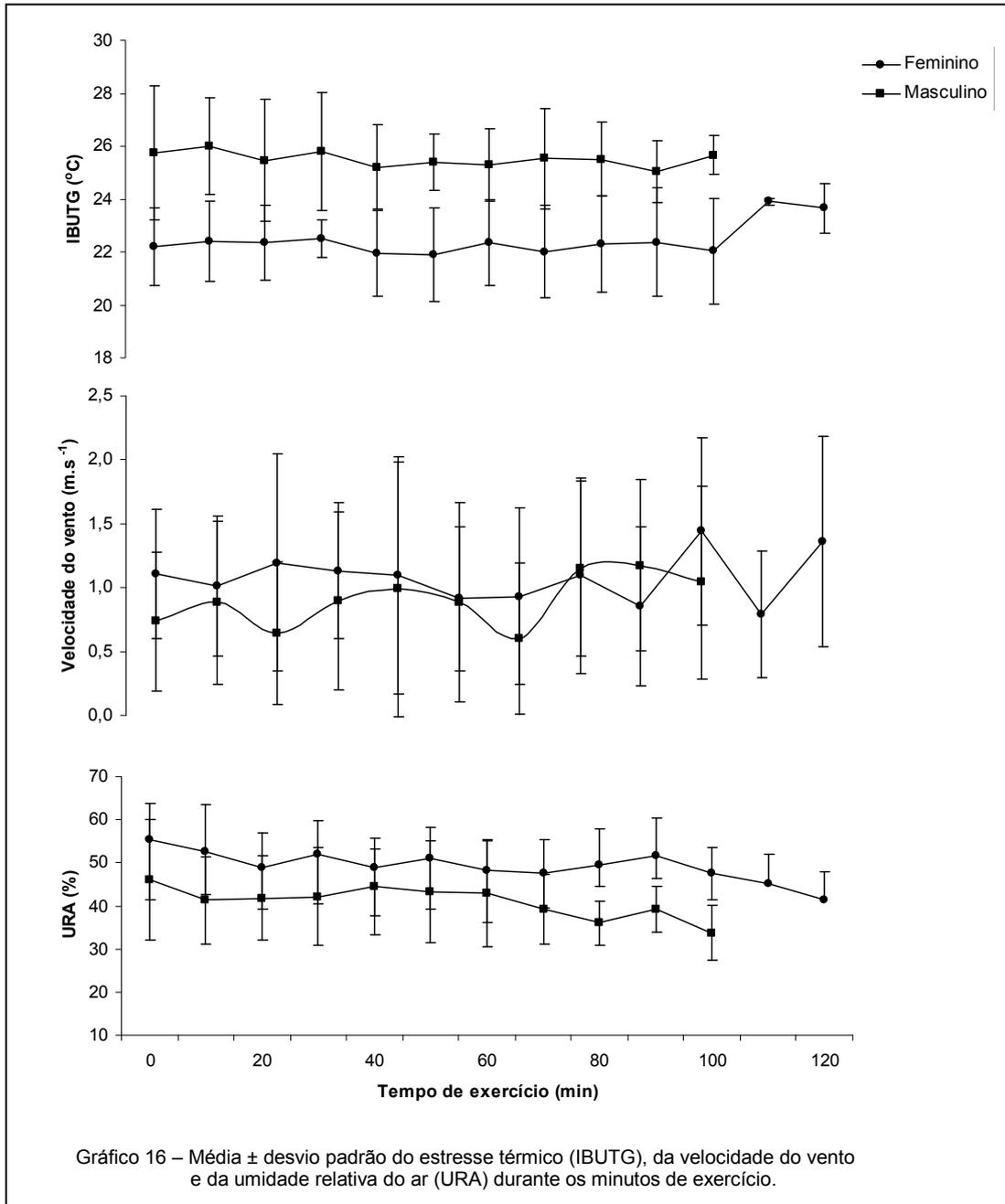


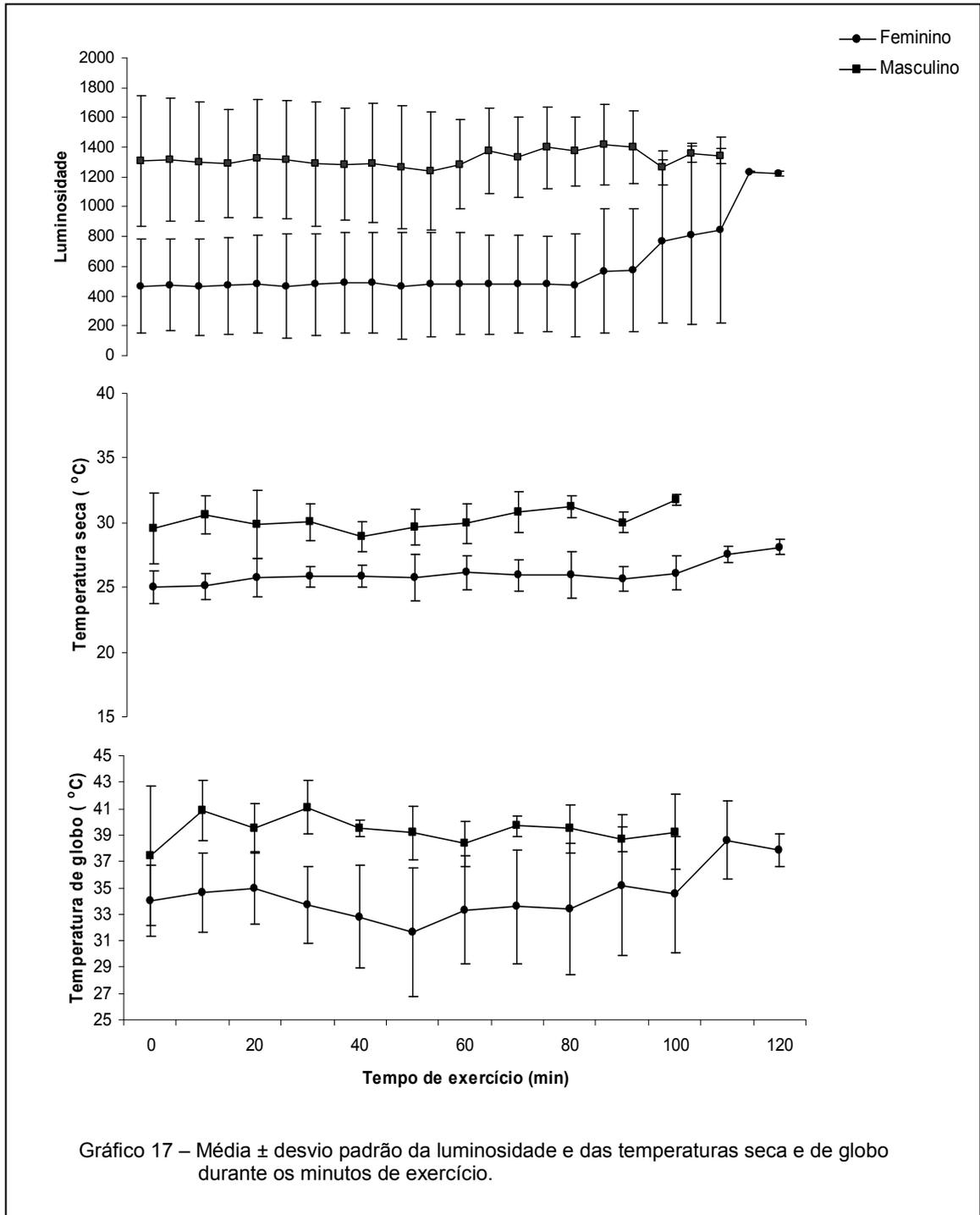
O gasto energético não foi diferente entre as situações experimentais, mas foi maior nos homens em comparação com as mulheres. Além disso, somente no grupo masculino, o gasto energético foi menor no quarto estágio em comparação com os demais (gráfico 15).

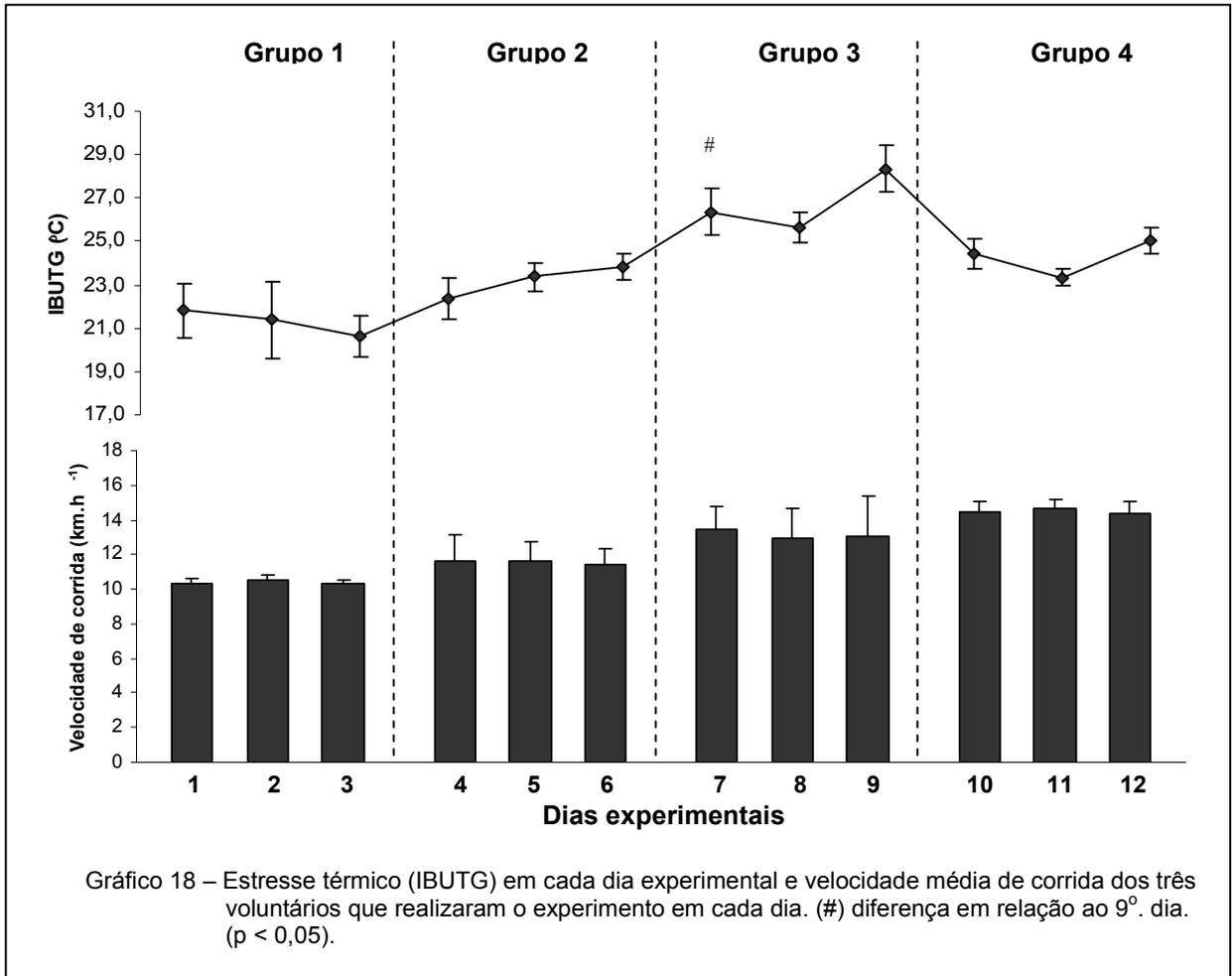


As condições ambientais no decorrer do exercício estão apresentadas nos gráficos 16 e 17. Os valores estão apresentados como média \pm desvio padrão de todos os dias experimentais. A velocidade do vento foi medida a cada dois minutos e está apresentada como média de cada 10 minutos.

Conforme relatado nos métodos, foram testados 4 grupos com três voluntários cada. O estresse térmico em cada dia experimental está apresentado no gráfico 18, juntamente com a média da velocidade de corrida dos três voluntários que realizaram o exercício em cada dia. Somente para um grupo de voluntários (grupo 3) houve diferença no estresse térmico entre os dias experimentais. Entretanto, em nenhum dos grupos houve diferença na velocidade de corrida entre os dias.







Os resultados individuais de todas as variáveis analisadas neste estudo estão apresentados no anexo 4 e os resultados da familiarização estão apresentados no anexo 5.

5. DISCUSSÃO

O principal achado deste trabalho foi que a aplicação dos dois tipos de protetores solares analisados não interferiu na fadiga; além disso, os protetores solares não alteraram as variáveis fisiológicas, termorregulatórias e comportamentais avaliadas neste estudo.

A fadiga foi analisada pelo desempenho durante um protocolo de intensidade auto-regulada, ou seja, os indivíduos não eram obrigados a manter uma intensidade fixa de exercício, assim, caso o protetor solar interferisse na fadiga, a velocidade de corrida poderia ser modificada. Contudo, os protetores solares analisados não alteraram a taxa de sudorese e, conseqüentemente não houve alterações na taxa de armazenamento de calor e na T_{re} . Do mesmo modo, a PSE e o conforto térmico não foram diferentes entre as situações com e sem protetor solar. Como não houve alterações nas respostas fisiológicas e comportamentais com o uso do protetor solar, era de se esperar que não houvesse alteração na velocidade de corrida.

Embora este resultado seja contrário à hipótese que pressupunha uma redução na taxa de sudorese nas situações com protetor solar, com conseqüente redução da velocidade de corrida, o achado é interessante, pois como o protetor solar também não promoveu prejuízos à termorregulação e ao desempenho, a proteção aos raios UV através de cremes pode ser utilizada despreocupadamente durante a realização de exercícios.

Há muitas evidências sobre os efeitos danosos dos raios solares sobre a pele, tanto em exposições agudas que provocam eritema e queimaduras, quanto em exposições crônicas que podem levar ao câncer de pele e sabe-se que o protetor solar é o “padrão ouro” de proteção contra os raios UV (TOUITOU e GODIN, 2008).

Apesar disto, a utilização de protetores solares ainda é pequena, principalmente por esportistas (AMBROS-RUDOLPH et al, 2006; MOEHRLE, 2001). Os voluntários deste estudo são um exemplo, pois os resultados do questionário de hábitos de exposição e proteção ao sol mostraram que dos doze voluntários, somente cinco utilizam protetor solar com frequência.

Alguns autores relatam que em comparação com a população em geral, os esportistas se expõem mais ao sol devido aos treinos e competições e, além disso, existem algumas regras quanto à vestimenta e utilização de artefatos de proteção como óculos de sol e bonés que podem impedi-los de se proteger (LAWLER et al, 2007; MOEHRLE, 2001). Portanto, os esportistas são mais susceptíveis aos efeitos danosos dos raios UV e devem ser informados sobre a utilização de protetores solares, bem como sobre os efeitos deste no desempenho e nas respostas fisiológicas durante o exercício.

A proteção solar é uma questão importante em países com intensa radiação solar e, de acordo com a literatura analisada, até então, nenhum estudo havia verificado o efeito do protetor solar sobre a fadiga. Dessa forma, toda informação que esclareça as dúvidas sobre este tema, bem como incentive a utilização de protetores solares são de extrema relevância.

5.1 Velocidade de corrida e fadiga

Tem sido proposto que, durante a realização de exercícios com intensidade auto-regulada, a intensidade do esforço é modulada pelo comando central através das experiências prévias e das aferências provenientes de estímulos periféricos, de forma que o indivíduo complete o exercício sem haver falha na homeostase

(LAMBERT et al, 2005; St CLAIR GIBSON e NOAKES, 2004). Complementando este modelo, as discussões e estudos realizados no Laboratório de Fisiologia do Exercício da UFMG nos levam a crer que a capacidade de sustentar uma determinada intensidade de esforço por certo tempo depende dos benefícios e dos riscos do exercício, de forma que, a motivação para a realização do exercício é igual aos benefícios dividido pelos riscos. Assim, a intensidade do esforço durante a realização de exercícios com intensidade auto-regulada seria modulada por vários fatores que “sinalizariam” o risco iminente, bem como os benefícios de aumentar a intensidade (figura 7).

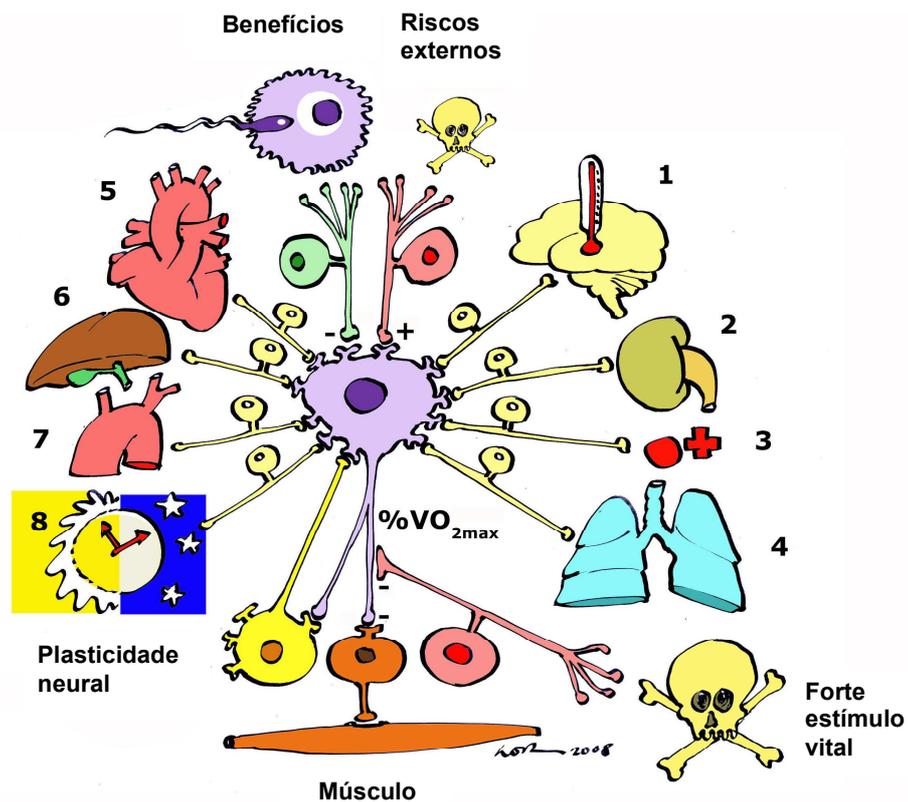


Figura 7 – Diagrama dos mecanismos de motivação, fadiga e exaustão. A redução da intensidade do exercício ocorre como resultado de informações neurais geradas por respostas integradas dos benefícios e riscos de continuar a atividade. Estas respostas são moduladas por: 1) taxa de armazenamento de calor cerebral; 2) osmolalidade plasmática; 3) concentração de H⁺; 4) disponibilidade de O₂; 5) perfusão sanguínea; 6) disponibilidade de carboidratos; 7) concentrações de CO₂ e 8) ritmo circadiano. Estes fatores são constantemente percebidos pelo sistema nervoso central para modular a atividade motora. Um forte estímulo poderia inibir os mecanismos de fadiga e resultar em exaustão. A plasticidade neural permite ao sistema aprender, aclimatar e adaptar aos desafios do ambiente.

Analisando os resultados da velocidade de corrida sob esse ponto de vista, a explicação para o protetor solar não interferir no desempenho se deve ao fato de que o uso deste produto não parece ter modificado os riscos nem os benefícios do exercício para o indivíduo.

Alguns dos fatores moduladores da intensidade do esforço foram analisados direta ou indiretamente neste estudo e parece que nenhum deles foi alterado com a utilização do protetor solar. A taxa de armazenamento de calor e a T_{re} fornecem informações sobre a taxa de armazenamento de calor corporal, inclusive no cérebro; a densidade da urina mostra indiretamente a osmolalidade plasmática; a FC nos permite inferir sobre a perfusão sanguínea e a disponibilidade de O_2 . Como a dieta pré-exercício, bem como o horário dos experimentos foram semelhantes entre as situações experimentais, conclui-se que, muito provavelmente, o armazenamento de substratos e o ritmo circadiano estariam padronizados entre as situações com e sem protetor solar. Somente a perfusão sanguínea e as concentrações de H^+ e CO_2 não poderiam ser analisadas, entretanto, parece não haver motivos para alteração dessas variáveis com o uso do produto em questão.

Em contrapartida, a utilização do protetor solar poderia beneficiar o indivíduo de alguma forma que o motivasse a aumentar a velocidade de corrida. Entretanto, durante a realização de exercícios físicos, as vantagens do uso agudo do protetor solar não são evidentes. A redução da T_{pele} e o aumento do conforto térmico são variáveis que poderiam estimular o uso do protetor solar durante o exercício, mas neste estudo não houve alteração dessas variáveis nas situações com protetor solar.

O comportamento da velocidade de corrida ao longo do exercício ajuda a entender o modelo descrito acima. O protocolo de exercício utilizado foi de intensidade auto-regulada e os indivíduos foram orientados a correr no menor tempo

possível durante todo experimento, ou seja, eles deveriam alcançar o melhor desempenho em cada estágio de exercício. Além disso, entre cada estágio havia uma pausa de cinco minutos, que foi suficiente para a recuperação dos voluntários (os valores da FC de pausa foram menores que 120 bpm conforme mostrado no gráfico 9). Entretanto, apesar da orientação e da pausa, houve uma redução da velocidade de corrida no quarto estágio de exercício, o que demonstra uma redução da potência para o exercício desencadeada por um ou mais dos fatores descritos anteriormente no diagrama do modelo de fadiga.

A taxa de armazenamento de calor foi alta nos estágios iniciais de exercício e, embora ela tenha reduzido nos últimos estágios, a T_{re} e a FC se mantiveram elevadas, o que tornou o exercício fisiologicamente estressante, como pode ser observado pelo elevado IEF nos últimos estágios de exercício (gráfico 13), bem como pela elevada PSE (gráfico 9). Assim, é possível que a taxa de armazenamento de calor e a T_{re} tenham contribuído para desencadear uma redução do esforço no quarto estágio de exercício.

Muito provavelmente, não houve redução na velocidade de corrida no último estágio de exercício devido à motivação para finalizar o experimento, já que o protocolo foi desgastante para os indivíduos, pois eles percorreram uma longa distância em um ambiente quente desenvolvendo uma alta intensidade de esforço. Pode-se pensar que, no último estágio de exercício, o benefício de dar fim a uma situação estressante foi maior que os riscos da mesma.

Outra explicação para a ausência de queda da velocidade de corrida no último estágio seria o controle da duração do exercício realizado pelo sistema nervoso central. Tucker et al (2006) observaram que durante 20 km de ciclismo em protocolo de intensidade auto-regulada, a potência reduziu na metade do exercício,

mas aumentou nos 2 km finais. Estes autores sugerem que o sistema nervoso central modula a intensidade do esforço durante todo o tempo de exercício e elabora uma estratégia para regular a intensidade de forma a alcançar uma “duração ótima” de exercício sem comprometer o organismo. Muitos autores já observaram este fenômeno (*overall pacing strategy*) em várias situações de exercício (TUCKER et al, 2006).

Portanto, apesar do protetor solar não ter provocado algum risco fisiológico capaz de motivar a redução da velocidade de corrida, bem como não promoveu nenhum benefício para motivar o aumento da intensidade do esforço, alguns fatores resultaram na redução da velocidade de corrida no decorrer do exercício para permitir que o indivíduo terminasse o experimento sem que houvesse falha na homeostase. E este fenômeno aconteceu de forma similar para homens e mulheres.

5.2 Respostas termorregulatórias

Os resultados deste estudo mostram que a aplicação do protetor solar não interferiu na termorregulação ao calor, como pode ser observado pelos resultados das variáveis termorregulatórias analisadas: taxa de sudorese, número de glândulas sudoríparas ativadas, T_{re} , T_{pele} e taxa de armazenamento de calor. Como o protetor solar não interferiu na intensidade do esforço, na T_{re} e na perda hídrica, também não foram observadas diferenças na FC entre as situações experimentais.

No entanto, as variáveis citadas acima sofreram alterações no decorrer do exercício e, algumas delas foram diferentes entre os sexos (sudorese, número de glândulas sudoríparas ativadas e a T_{pele}).

5.2.1 Respostas sudoríparas

Muitos estudos investigaram a penetração do protetor solar na epiderme e sua relação com a toxicidade deste produto visando encontrar uma formulação que tivesse pouca penetração ao mesmo tempo em que tivesse maior aderência à pele, permitindo assim uma proteção aos raios UV sem contaminação (TOUITOU e GODIN, 2008). Além disso, outros estudos analisaram a resistência à água e ao suor devido à preocupação existente em formular protetores solares com maior substantividade (AGIN, 2006; STOKES e DIFFEY, 1999). Estas duas questões nos levaram a pensar que um creme altamente aderente aplicado sobre a pele pudesse interferir na secreção e/ou evaporação do suor. De acordo com a literatura analisada, até então nenhum estudo investigou diretamente o efeito do protetor solar na sudorese local.

Foram encontrados trabalhos sobre o efeito de antitranspirantes na sudorese e os resultados mostraram que a aplicação de tal produto reduziu a taxa de sudorese na axila (SHELLEY e HURLEY, 1975) e nos pés (DARRIGRAND et al, 1992). O mecanismo envolvido nesta resposta está na penetração destes produtos nos ductos das glândulas sudoríparas onde combinam com as queratinas intraductais formando uma “massa” de queratina capaz de obstruir os poros (SHELLEY e HURLEY, 1975).

Os trabalhos citados acima foram os principais instigadores na formulação da hipótese deste estudo, a qual não foi confirmada. No presente trabalho, a aplicação do protetor solar não alterou a taxa de sudorese total e local, nem o número de glândulas sudoríparas ativadas.

O resultado da taxa de sudorese total corrobora os estudos de Connolly e Wilcox (2001) e Wells (1984) que avaliaram o efeito do protetor solar nas respostas termorregulatórias durante o exercício; e também com outros autores que analisaram outros tipos de produtos para a pele. Burry et al (2003) observaram que, apesar da aplicação de antitranspirantes reduzir a taxa de sudorese local, a área de aplicação é pequena e este produto não é capaz de alterar a taxa de sudorese total. Gabareé et al (1997) analisaram o efeito da aplicação de um creme protetor para a pele utilizado pelo exército americano contra agentes químicos presentes em áreas de combate. Esses autores observaram que apesar do creme formar uma barreira protetora na pele, ele não foi capaz de alterar a taxa de sudorese total e a perda de calor evaporativo, bem como não modificou a temperatura esofagiana, a temperatura média da pele e a FC durante exercício em ambiente quente.

Os estudos de Connolly e Wilcox (2001) e Wells (1984) tinham o objetivo de analisar várias respostas fisiológicas durante o exercício e, portanto, não investigaram diretamente a secreção e a evaporação do suor. No presente trabalho, a taxa de sudorese local e o número de glândulas sudoríparas ativadas foram analisadas nos primeiros minutos de exercício e durante todo o tempo de exercício com o intuito de verificar o efeito do protetor solar na obstrução dos poros das glândulas sudoríparas e na quantidade de suor produzido. Não foi encontrada nenhuma diferença nestas variáveis entre as situações com e sem protetor solar. Pode-se pensar que a falta de diferença poderia ser atribuída às limitações do método de medida da taxa de sudorese local, mas este método foi capaz de detectar as diferenças entre os sexos e também entre os locais de medida.

Além disso, os resultados da taxa de sudorese local e do número de glândulas sudoríparas ativadas nos vários locais medidos corroboram os da

literatura, pois sabe-se que na testa há uma maior densidade de glândulas, seguida pelos membros superiores, tronco e membros inferiores (BUONO e CONNOLLY, 1992; SATO e DOBSON, 1970). Os resultados deste estudo mostraram que o número de glândulas sudoríparas ativadas foi maior na testa em comparação com as outras regiões e a taxa de sudorese na testa foi maior que no braço que, por sua vez, foi maior que na coxa.

Uma explicação para a não alteração na taxa de sudorese e no número de glândulas sudoríparas ativadas nas situações com protetor solar poderia estar no fato do próprio suor retirar o protetor solar da pele, já que, segundo Mohrle (2001), sua capacidade de permanecer na pele é reduzida após sudorese excessiva. Outra explicação pode ser a grande quantidade de água e a pouca quantidade de óleo presente nestes produtos. Como o exercício se iniciou após ~30 minutos de aplicação do protetor solar, a maior parte do produto se evaporou deixando somente partículas microscópicas na pele que podem ter sido pouco significativas na obstrução dos poros.

Como a taxa de suor evaporado não foi medida, ainda não está claro se as partículas aderidas à pele poderiam interferir nesta variável. Todavia, as variáveis que nos fornecem indícios sobre a evaporação do suor (taxa de armazenamento de calor, a T_{pele} e a T_{re}) não foram diferentes entre as situações experimentais.

5.2.2 Temperatura crítica x Taxa de armazenamento de calor

A taxa de armazenamento de calor e a T_{re} não foram diferentes entre as situações experimentais. Os homens tiveram maior produção de calor devido à maior intensidade de exercício mantida por este grupo, mas como eles suaram mais,

não houve diferença na taxa de armazenamento de calor entre os sexos. Dessa forma, também não houve diferença na T_{re} entre os sexos.

Conforme relatado na introdução, há um debate na literatura sobre os mecanismos responsáveis pela redução do desempenho durante a realização de exercícios em ambientes quentes e duas teorias têm sido propostas. Uma sugere que a fadiga ocorre quando o indivíduo alcança uma determinada temperatura interna, denominada temperatura interna crítica. A outra acredita que a acumulação do calor é o principal responsável pela fadiga. Entretanto, as duas teorias são testadas em modelos diferentes e, segundo Cheung (2007), parece que o mais provável seria que ambas variáveis (temperatura interna e taxa de armazenamento de calor) atuassem conjuntamente para determinar a intensidade do esforço.

González-Alonso et al (2008) acreditam que a temperatura cerebral seja o fator determinante para informar ao sistema nervoso central que existe uma limitação em continuar o exercício. No entanto, imagina-se que durante exercícios com intensidade auto-regulada, a informação sobre o risco chega ao sistema nervoso central antes de haver um aumento na temperatura interna (MARINO et al, 2000).

A taxa de armazenamento de calor foi alta nos três primeiros estágios de exercício. Assim, é bem provável que esta variável tenha colaborado para a redução da velocidade de corrida no quarto estágio de exercício (8 km), ou seja, a elevação da taxa de armazenamento de calor sinalizou ao sistema nervoso central que, caso o indivíduo mantivesse a intensidade do esforço (produção metabólica de calor), haveria risco à homeostase.

Entretanto, não se pode descartar a contribuição da elevação da T_{re} . Os estudos que mostraram que a taxa de armazenamento de calor é o principal fator no

desenvolvimento da fadiga justificam que, durante exercícios de intensidade auto-regulada, a T_{re} aumenta moderadamente e não alcança valores críticos (acima de 38° C). Entretanto, neste estudo, a T_{re} alcançou valores de aproximadamente 39° C no terceiro estágio (6 km) e se manteve estável até o final do exercício. Pode-se pensar então que ela atingiu um “limite” e que o sistema nervoso central, através das informações provenientes da taxa de armazenamento de calor, modulou a intensidade do exercício de forma que a T_{re} não ultrapassasse seu “limite”. Assim, pode-se dizer que a T_{re} seria, além de um sinalizador, um parâmetro de modulação.

É importante lembrar que alguns indivíduos tiveram temperaturas elevadas (> 39° C) durante o exercício. Entretanto, como eram indivíduos saudáveis e bem condicionados e não apresentavam nenhum sinal ou sintoma patológico, foi decidido não interromper o experimento.

5.2.3 Vasodilatação periférica

Embora a velocidade de corrida tenha diminuído no quarto estágio de exercício, os voluntários continuaram dissipando o calor, pois a FC aumentou no segundo estágio (4 km) e se manteve elevada até o final, tanto nos períodos de exercício, quanto nos períodos de pausa. E a T_{pele} foi menor durante todo o período de exercício em comparação com o repouso. Ambos fatores demonstram indiretamente a dissipação do calor durante o exercício via vasodilatação periférica e evaporação do suor.

Segundo González-Alonso et al (2008), quando há relevante perda hídrica durante o exercício, o principal fator desencadeante da fadiga é a redução do fluxo sanguíneo para os músculos e, se o exercício é realizado em ambiente quente,

haverá redução do fluxo sanguíneo para a pele, prejudicando a dissipação de calor. De acordo com esses autores, nessa situação, tanto a redução da perfusão sanguínea quanto a elevação da temperatura interna seriam responsáveis pelo desenvolvimento da fadiga.

No presente trabalho, não houve desidratação e, portanto, deve ter sido possível manter o fluxo sanguíneo para os músculos e para a pele durante todo o período de exercício, como pode ser observado pela resposta da FC e da T_{pele} . Portanto, durante exercício com velocidade auto-regulada e fornecimento de água *ad libitum*, o organismo reduz a intensidade do esforço, mantendo a FC com o intuito de dissipar o calor e manter a T_{re} em níveis não prejudiciais.

Pode-se imaginar que devido ao fato do protetor solar proteger contra os raios solares, a T_{pele} poderia ser menor quando este fosse aplicado. Entretanto, os raios UV representam apenas 9% de toda a radiação solar e, portanto, essa variável não foi influenciada pela aplicação desse produto.

No estudo de Connolly e Wilcox (2000), a T_{pele} foi menor na situação com protetor solar e a explicação para este resultado se deve ao “banho” deste produto, já que foram utilizados 60 mL em cada indivíduo. No presente estudo, a aplicação respeitou as recomendações da US, Food and Drug Administration, FDA (2006), o que levou à uma quantidade de aproximadamente 25% daquela utilizada no estudo de Connolly e Wilcox (2000). Some-se a isto o fato do exercício ter se iniciado somente após ~30 min da aplicação, a umidade na pele provocada pelo protetor solar não foi suficiente para reduzir a T_{pele} , como pode ser observado nos resultados desta variável (gráfico 6) os quais mostram maior T_{pele} no repouso em comparação com o exercício.

5.3 Respostas comportamentais

As repostas do questionário de hábitos de exposição e proteção solar mostram que a maioria dos indivíduos não utiliza protetor solar regularmente e, dentre os motivos relatados, havia o desconforto deste produto sobre a pele. Em contrapartida, os voluntários que utilizam regularmente relataram se sentir incomodados quando realizavam exercício sem proteção solar. Dessa forma, psicologicamente o voluntário poderia melhorar ou piorar seu desempenho, pois ele sabia quando estava e quando não estava utilizando o protetor solar. Entretanto, os resultados mostram que não houve diferença no desempenho, na PSE e no conforto térmico entre as situações com e sem protetor solar.

A explicação para a não diferença no conforto térmico pode ser atribuída à relação desta variável com a T_{pele} . Segundo Frank et al (1999), apesar das variáveis fisiológicas responderem principalmente às mudanças na temperatura interna, o conforto térmico é uma variável altamente dependente da T_{pele} .

Existe também uma relação entre o conforto térmico e estresse térmico do ambiente (IBUTG). Com exceção do grupo 3, não houve diferença no IBUTG intra-grupos, portanto, era de se esperar que não houvesse diferença no conforto térmico. O conforto térmico entre os dias experimentais para o grupo 3 foi analisado separadamente e não foi observado diferença nesta variável entre os dias experimentais. Provavelmente, a escala de conforto térmico utilizada neste estudo não seja sensível a pequenas diferenças no IBUTG.

Em relação à PSE, a explicação para a não diferença nesta variável entre as situações experimentais provavelmente está na sua relação com a intensidade do

esforço. Como a velocidade de corrida foi semelhante entre as situações com e sem protetor solar, a PSE também foi semelhante.

Embora a velocidade de corrida tenha reduzido no quarto estágio, a PSE continuou aumentando durante todo o período de exercício, provavelmente devido ao elevado estresse fisiológico imposto aos indivíduos. Segundo Crewe et al (2008), a PSE é uma ligação entre as respostas fisiológicas e as mudanças comportamentais que podem ser necessárias para manter a homeostase e, dessa forma, em exercícios de intensidade auto-regulada, ela aumenta linearmente com o intuito de “informar” ao indivíduo sobre o risco iminente. Assim, como o estresse fisiológico estava aumentado (elevado IEF), a PSE continuou aumentando até o final do exercício.

5.4 Hidratação

Os resultados deste estudo mostram que não houve diferença na ingestão de água entre as situações experimentais e entre os sexos.

Como a taxa de sudorese foi maior nos homens em comparação com as mulheres, era de se esperar que o grupo masculino tivesse maior ingestão de água. Entretanto, neste estudo, a ingestão de água não teve uma correlação significativa com a taxa de sudorese, mas sim com o estresse térmico do ambiente.

De acordo com a literatura, a ingestão de água deve seguir a quantidade de suor secretado (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2007). No entanto, Marino et al (2004) compararam o tempo total de exercício até a fadiga em uma situação com ingestão de água equivalente à quantidade total de suor produzido e outra situação com a ingestão equivalente à metade do total de suor produzido e

não observaram diferença entre as duas situações. Segundo Noakes (2007), tais recomendações de reposição hídrica não foram analisadas cientificamente em testes laboratoriais controlados e, quando o indivíduo repõe quantidade de água equivalente ao suor perdido, há retenção hídrica e aumento da massa corporal podendo levar à situação de hiponatremia. Somando-se a isto o fato de muitos estudos não declararem o conflito de interesses, esse autor conclui que essas recomendações são errôneas e deveriam ser revistas.

No presente estudo, todos os voluntários terminaram o exercício com valores de densidade da urina menores que 1029 (tabela 6), que é considerado estado eu-hidratado segundo ARMSTRONG (1994). O tempo total de exercício foi de 55 ± 5 minutos para as mulheres e 44 ± 5 minutos para os homens. Como o fornecimento de água foi *ad libitum* e os indivíduos terminaram eu-hidratados, pode-se concluir que, quando indivíduos saudáveis praticam corrida no referido período de tempo, mesmo sendo em ambiente termicamente estressante, o mecanismo da sede é suficiente para garantir a hidratação dos mesmos.

5.5 Estresse térmico ambiental

As condições ambientais nos dias experimentais foram de ambiente quente e seco com alta radiação solar e pouco vento. A temperatura seca foi de $26 \pm 1^\circ \text{C}$ e $30 \pm 1^\circ \text{C}$, a URA foi de $50 \pm 5\%$ e $42 \pm 10\%$, a temperatura de globo foi de $34 \pm 3^\circ \text{C}$ e $39 \pm 1^\circ \text{C}$ e a velocidade do vento foi de $1,1 \pm 0,2 \text{ m.s}^{-1}$ e $0,9 \pm 0,3 \text{ m.s}^{-1}$, para o grupo feminino e masculino, respectivamente. O IBUTG nos dias experimentais foi em média $22 \pm 1^\circ \text{C}$ para as mulheres e $26 \pm 2^\circ \text{C}$ para os homens. De acordo com a classificação do AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (2007), o risco de

doenças pelo calor nos dias experimentais foi moderado para o grupo feminino e alto para o grupo masculino. Entretanto, o risco de se exercitar em ambientes quentes deve levar em consideração outros fatores como vestimenta, hidratação, estado de aclimação e condicionamento físico e, principalmente, a intensidade do esforço (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2007).

Considerando que a intensidade do esforço foi alta, o risco aumenta. A intensidade do esforço desenvolvida pelos indivíduos analisados neste estudo, juntamente com as condições ambientais as quais eles se encontravam permitiriam a realização de exercício por no máximo 30 minutos, de acordo com Powers e Howley (1990). No entanto, para indivíduos treinados e aclimatizados, o risco é menor e, segundo os padrões do AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (2007), os voluntários deste estudo poderiam realizar atividade física normalmente naquele ambiente, desde que houvesse monitoramento da ingestão de água.

Durante os experimentos, a intensidade do esforço foi alta, como pode ser observado pelo elevado gasto energético (gráfico 15) e pela tabela 7 que mostra a intensidade do exercício em relação à FC_{max} e à velocidade máxima obtidos no teste de Cooper.

Tabela 7 – Intensidade do esforço

	% da FC_{max}			% do V_{max}		
	COM	PS1	PS2	CON	PS1	PS2
F	90 ± 3	89 ± 4	90 ± 3	96 ± 4	96 ± 6	94 ± 6
M	92 ± 5	91 ± 3	94 ± 2	92 ± 5	92 ± 6	93 ± 4

Média ± desvio-padrão da intensidade do esforço. F: feminino. M: masculino. FC_{max} : frequência cardíaca máxima. V_{max} : velocidade máxima.

Como os indivíduos utilizaram vestimentas leves e terminaram o exercício eu-hidratados, pode-se concluir que, apesar do grande estresse térmico durante os experimentos, o risco de doenças pelo calor foi pequeno.

Como as situações experimentais foram balanceadas, as diferenças nas condições ambientais entre os testes não foram avaliadas. Entretanto, esta análise foi realizada intra-grupos, conforme apresentada no gráfico 18. Houve diferenças no estresse térmico entre os dias experimentais somente no grupo 3, mas não houve diferença na velocidade de corrida entre os dias experimentais. Isto demonstra que a pequena diferença no estresse térmico ambiental (2° C) não influenciou a velocidade de corrida.

5.6 Comparação entre os sexos

Em geral, os resultados encontrados neste estudo corroboram os dados da literatura, demonstrando que os métodos utilizados são sensíveis para perceber as diferenças entre os sexos.

Conforme esperado, as mulheres tiveram menor velocidade de corrida, em função da menor capacidade aeróbica nesse grupo e, dessa forma, o gasto energético foi menor. Em geral, as mulheres apresentam menor VO_{2max} comparados com os homens e, portanto, tem menor desempenho (CHEUVRONT et al, 2005). Essa diferença na capacidade aeróbica se deve a vários fatores, dentre eles a composição corporal, concentração de hemoglobina sanguínea, hábitos em relação à prática de atividade física e fatores genéticos (McARDLE et al, 2003).

Todavia, o mecanismo da fadiga não difere entre os sexos, pois o comportamento da velocidade de corrida ao longo do exercício foi semelhante. E

ainda, o efeito do protetor solar foi o mesmo entre os grupos, ou seja, ele não interferiu no desempenho tanto para o grupo masculino, como para o feminino.

Embora o VO_{2max} seja maior nos homens, a FC_{max} foi semelhante entre os sexos, o que concorda com dados da literatura (CAMARDA et al, 2008). Apesar da velocidade de corrida ter sido diferente entre os grupos, em termos percentuais, a intensidade do esforço foi semelhante. Assim, a FC de exercício e nas pausas não foi diferente entre os sexos.

Como a produção de calor está relacionada à intensidade absoluta do exercício e não à intensidade relativa, o grupo masculino teve maior produção de calor devido à maior velocidade de corrida. Mas como esse grupo teve maior taxa de sudorese e, conseqüentemente maior evaporação do suor, a taxa de armazenamento de calor foi semelhante entre os sexos, o que levou a valores semelhantes na T_{re} .

A temperatura média da pele foi maior nos homens comparados com as mulheres, o que pode ser explicado pelo maior IBUTG para os primeiros. Entretanto, a temperatura da testa mostrou resposta oposta. Este resultado pode ser atribuído à maior sudorese nessa região, pois nos homens, a taxa de sudorese na testa foi quase duas vezes maior que nas mulheres, o que pode ter levado à maior dissipação de calor e, conseqüentemente, maior resfriamento da pele nessa região.

A taxa de sudorese total e local foram maiores nos homens comparados com as mulheres. As mulheres tiveram menor taxa de sudorese apesar do maior número de glândulas sudoríparas ativadas por cm^2 . Este resultado corrobora outro estudo realizado em nosso laboratório (ROSA, 2005) e achados da literatura (FRYE e KAMON, 1983 e BUONO e SJOHOLM, 1988).

Alguns autores propõem que as diferenças na sudorese entre os sexos são devido a modificações centrais (SHAPIRO et al, 1980), mas outros acreditam que são devido à alterações periféricas que refletem ou uma diferença na própria morfologia da glândula sudorípara écrina ou na sua sensibilidade colinérgica (INOUE et al, 2005). Como não é objetivo deste estudo, estas questões não serão discutidas.

5.7 Conclusão

Pode-se concluir que, durante o exercício, a utilização dos protetores solares estudados não foi capaz de interferir no desempenho e nas variáveis fisiológicas e comportamentais analisadas.

6. REFERÊNCIAS

1. ABISS, C. R. E LAURSEN, P. B. Models to explain fatigue during prolonged endurance cycling. *Sports Med.*, v. 35, n. 10, 865-898 p, 2005.
2. ADAMS, W. C.; MACK, G. W.; LANGHANS, G. W; NADEL, E. R. Effects of varied air velocity on sweating and evaporative rates during exercise. *J. Appl. Physiol.*, v. 73, n. 6, 2668-2674 p, 1992.
3. AGIN, P. P. Water resistance and extended wear sunscreens. *Dermatol. Clin.* v. 24, 75-79 p, 2006.
4. ALBER-WALLERSTROM, B. HOLMER, I. Efficiency of sweat evaporation in unacclimatized man working in a hot humid environment. *Eur. J. Appl. Physiol.*, v. 54, 480-487 p, 1985.
5. AMBROS-RUDOLPH, C. M.; HOFMANN-WELLENHOF, R.; RICHTIG, E.; MÜLLER-FÜRSTNER, M.; SOYER, H. P.; KERL, H. Malignant melanoma in marathon runners. *Arch. Dermatol.* v. 142, n. 11, 1471-1474 p, 2006.
6. AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Exercise and Fluid Replacement – Position Stand. *Med. Sci. Sports Exer.*, v. 39, n. 2, 377-390 p, 2007.
7. AMERICAN CANCER SOCIETY. *Cancer facts and figures 2007*. Atlanta: ACS, 2007. Disponível em: <http://www.cancer.org/docroot/stt/stt_0.asp>. Acesso em: 19/02/08.
8. ANANTARAMAN, R.; CARMINES, A. A.; GAESSER, G. A.; WELTMAN, A. Effects of carbohydrate supplementation on performance during 1 hour of high-intensity exercise. *Int. J. Sports Med.*, v. 16, n. 7, 461-465 p, 1995.
9. ARMSTRONG, L. E.; MARESH, C. M., CASTELLANI, J. W.; BERGERON, M. F.; KENEFICK, R. W.; LaGASSE, K. E.; RIEBE, D. Urinary indices of hydration status. *Int. J. Sports Nutr.*, v. 4, 265-279 p, 1994.
10. ATKINS, K; THOMPSON, M. A Spreadsheet for Partitional Calorimetry. *Sportscience* v. 4, n. 3, 2000. Disponível em: sportsjournal.org/jour/0003/ka.html.
11. AYOADE, J. O. *Introdução à climatologia dos trópicos*. 11. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 332 p.
12. AZZARELLO, L. M.; DESSUREAULT, S.; JACOBSEN, P. B. Sun-protective behavior among individuals with a family history of melanoma. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.*, v. 15, n. 1, 142-145 p, 2006.
13. BAKOS, L.; WAGNER, M.; BAKOS, R. M.; LEITE, C. S. M.; SPERHACKE, C. L.; DZEKANIAK, K. S.; GLEISNER, A. L. M. Sunburn, sunscreens, and phenotypes:

- some risk factors for cutaneous melanoma in southern Brazil. *Int. J. Dermatol.*, v. 41, 557-562 p, 2002.
14. BASSET, D. R.; NAGLE, F. J.; MOOKERJEE, S.; DARR, K. C.; NG, A. V.; VOSS, S. G.; NAPP, J. P. Thermoregulatory responses to skin wetting during prolonged treadmill running. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v. 19, n. 1, 28-32 p, 1987.
 15. BENVENUTO-ANDRADE, C.; ZEN, B.; FONSECA, G.; DE VILLA, D.; CESTARI, T. Sun exposure and sun protection habits among high-school adolescents in Porto Alegre, Brazil. *Photochem. Photobiol.*, v. 81, 630-635 p, 2005.
 16. BORG G. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v. 14, 377-381 p, 1982.
 17. BROTHERHOOD, J. R. Heat stress and strain in exercise and sport. *J. Sci. Med. Sport.*, v. 11, n. 1, 6-19 p, 2008.
 18. BUONO, M. J.; CONNOLLY, K. P. Increases in sweat rate during exercise: recruitment versus output per gland. *J Therm Biol*, v.17, n.4, 267-270 p, 1992.
 19. BUONO, M.J.; SJOHOLM, N.T.. Effect of physical training on peripheral sweat production. *Journal of Applied Physiology*, v. 65, n.2, 811-814 p, 1988.
 20. BURRY, J. S.; EVANS, R. L.; RAWLINGS, A. V.; SHIU, J. Effect of antiperspirants on whole body sweat rate and thermoregulation. *Int. J. Cosmetic Sci.* v. 25, 189-192 p, 2003.
 21. CAMARDA, S. R.; TEBEXRENI, A. S.; PÁFARO, C. N.; SASAI, F. B.; TAMBEIRO, V. L.; JULIANO, Y.; BARROS NETO, T. L. Comparison of maximal heart rate using the prediction equations proposed by Karvonen and Tanaka. *Arq Bras Cardiol.* v. 91, n. 5, 311-314 p, 2008.
 22. CHEUVRONT, S. N.; CARTER, R.; DERUISSEAU, K. C.; MOFFATT, R. J. Running performance differences between men and women:an update. *Sports Med.* v. 35, n. 12, 1017-1024 p, 2005.
 23. CHEUNG, S. S. Hyperthermia and voluntary exhaustion: integrating models and future challenges. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.*, v. 32, 808-817 p, 2007.
 24. COLIN, J.; TIMBAL, J.; HOUDAS, Y.; BOUTELIER, C.; GUIEU, J. D. Computation of mean body temperature from rectal and skin temperatures. *J. Appl. Physiol.*, v. 31, 484-489, 1971.
 25. CONNOLLY, D. A. J. e WILCOX, A. R. The effects of an application of suncream on selected variables during exercise in the heat. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, v. 40, 35-40 p, 2000.
 26. COOPER, K. E. Molecular biology of thermoregulation: Some historical perspectives on thermoregulation. *J. Appl. Physiol.* v. 92, 1717-1724 p, 2002.

27. COOPER, K. H. A Means of Assessing Maximal Oxygen Intake. Correlation Between Field and Treadmill Testing. *J. Am. Med. Assoc.* v. 203, n. 3, 135-138 p, 1968.
28. COSTA, F. B.; WEBER, M. B. Avaliação dos hábitos de exposição ao sol e de fotoproteção dos universitários da Região Metropolitana de Porto Alegre, RS. *An. Bras. Dermatol.*, v. 79, n. 2, 149-155 p, 2004.
29. CREWE, H.; TUCKER, R.; NOAKES, T. 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. *Eur. J. Appl. Physiol.*, v. 103, 569-577 p, 2008.
30. DARRIGRAND, A.; REYNOLDS, K.; JACKSON, R.; HAMLET, M.; ROBERTS, D. Efficacy of antiperspirants on feet. *Mil Med.* V. 157, n. 5, 256-259 p, 1992.
31. DAVIS, J. M.; BAILEY, S. P. Possible mechanisms of central nervous system fatigue during exercise. *Med. Sci. Sports Exer.*, v. 29, 45-57 p, 1997.
32. DIFFEY, B. L.; GRICE, J. The influence of sunscreen type on photoprotection, *Brit. J. Dermatol.*, v. 137, 103-105 p, 1997.
33. DiPASQUALE, D. M.; BUONO, M. J.; KOLKHORST, F. W. Effect of skin temperature on the cholinergic sensitivity of the human eccrine sweat gland. *Jap. J. Physiol.*, v. 53, 427-430 p, 2003.
34. DUBOIS & DUBOIS. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. *Arch. Int. Med.*, v. 17, 837-836 p, 1916.
35. DUQUIA, R. P.; MENEZES, A. M. B.; REICHERT, F. F.; ALMEIDA, H. L. Prevalence and associated factors with sunscreen use in Southern Brazil: A population-based study. *J. Am. Acad. Dermatol.*, v 57, n. 1, 73-80 p, 2007.
36. EPSTEIN, Y.; MORAN, D. S. Thermal comfort and the heat stress indices. *Ind. Health.* v. 44, 388-398 p, 2006.
37. FACTOR DE SOLUÇÃO. 2004. Mercado mundial de cosméticos e toaletes movimentada US\$ 150 bilhões. Disponível em: <http://www.factordeolucao.com.br/news_releases_cosmeticos_mundo.php>. Acesso em: 05/11/2007.
38. FIORAVANTI, C. *Um Brasil mais quente*. São Paulo: FAPESP, v. 130, 30-34 p, dez 2006. Disponível em: <<http://www.revistapesquisa.fapesp.br/index.php?art=3110&bd=1&pg=1>>. Acesso em 22/10/2007.
39. FITTS, R. H. Cellular mechanisms of muscle fatigue. *Physiological Reviews*, v. 74, n. 1, 49-94 p, 1994.
40. FITZPATRICK, T.B. The validity and practicality of sun-reactive skin types I through VI. *Arch. Dermatol.*, v. 124, 869-871 p, 1988.

41. FRANK, S. M.; RAJA, S. N.; BULCAO, C. F.; GOLDSTEIN, D. S. Relative contribution of core and cutaneous temperatures to thermal comfort and autonomic responses in humans. *J. Appl. Physiol.*, v. 86, n. 5, 1588-1593 p, 1999.
42. FRYE, A. J.; KAMON, E. Sweating efficiency in acclimated men and women exercising in humid and dry heat. *J. Appl. Physiol.*, v. 54, n. 4, 972-977 p, 1983.
43. GABAREÉ, C. L. V.; MAIR, B. R.; KOLKA, M. A. SEPHENSON, L. A. Effects of topical skin protectant on heat exchange in humans. *Aviat. Space Envir. Med.* v. 68, 1019-1024 p, 1997.
44. GAGGE, A. P. A new physiological variable associated with sensible and insensible perspiration. *Am J Physiol*, v. 3, 278-287 p, 1937.
45. GALLAGHER, R. P; LEE, T. K. Adverse effects of ultraviolet radiation: a brief review. *Prog. Biophys. Mol. Biol.*, v. 92, 119-131 p, 2006.
46. GALLAGHER, R. P; RIVERS, J. K.; LEE, T. K. BAJDIK, C. D.; McLEAN D. I.; GOALDMAN, A. J. Broad-spectrum sunscreen use and the development of new nevi in white children: a randomized controlled trial. *JAMA*, v. 283, 2955-2960 p, 2000.
47. GALLOWAY, S. D. R.; MAUGHAN, R. J. Effects of ambient temperature on the capacity to perform prolonged cycle exercise in man. *Medicine and Science in Sports Exercise*, v. 29, n. 9, 1240-1249 p, 1997.
48. GANDEVIA, S. C. Spinal and Supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiol. Rev*, v. 81, n. 4, 1725-1789 p, 2001.
49. GARBE, C.; BUTTNER, P.; WEISS, J. SOYER, H. P.; STOCKER, U.; KRÜGER, S.; ROSER, M.; WECKBECKER, J.; PANIZZON, R.; BAHMER, F.; TILGEN, W.; GUGGENMOOS-HOLZMANN, I.; CONSTANTIN, E. O. Associated factors in the prevalence of more than 50 common melanocytic nevi, atypical melanocytic nevi, and actinic lentiginos: multicenter case-control study of the Central Malignant Melanoma Registry of the German Dermatological Society. *J. Invest. Dermatol.* v. 102, n. 5, 700-705 p, 1994.
50. GONZÁLEZ-ALONSO, J.; TELLER, C.; ANDERSEN, S. L.; JENSEN, F. B.; HYLDIG, T.; NIELSEN, B. Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat. *J. Appl. Physiol.*, v. 86, n. 3, 1032-1039 p, 1999.
51. GONZÁLEZ-ALONSO, J.; CRANDALL, C. G.; JOHNSON, J. M. The cardiovascular challenge of exercising in the heat *J. Physiol.*, v. 586, n. 1, 45-83 p, 2008.
52. GREEN, A.; WILLIAMS, G.; NEALE, R.; HART, V.; LESLIE, D.; PARSONS, P.; MARKS, G. C.; GAFFNEY, P.; BATTISTUTTA, D.; FROST, C.; LANG, C.; RUSSELL, A. Daily sunscreen application and betacarotene supplementation in

- prevention of basal-cell and squamous-cell carcinomas of the skin: a randomised controlled trial. *Lancet*, v. 354, 723-729 p, 1999.
53. HARGREAVES, M.; FEBBRAIO, M. Limits to exercise performance in the heat. *Int. J. Sports Med.*, v.19, S115-S116 p, 1998.
54. HASEGAWA, H.; MEEUSEN, R.; TAKATSU, S.; YAMASAKI, M. Exercise performance in the heat – Possible brain mechanisms and thermoregulatory strategies. *Adv. Exerc. Sports Physiol.*, v. 13, n. 4, 81-92 p, 2008.
55. HEYWARD, V. H. *Avaliação Física e Prescrição de Exercício - Técnicas Avançadas*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2004.
56. HOWLEY, E. T.; BASSETT Jr., D. R.; WELCH, H. G. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v. 27, 1292-1301 p, 1995.
57. INOUE, Y.; TANAKA, Y.; OMORI, K.; KUWAHARA, T.; OGURA, Y.; UEDA, H.. Sex and menstrual cycle-related differences in sweating and cutaneous blood flow in response to passive heat exposure. *Eur. J. Appl. Physiol.*, v. 94, n.3, 323-332 p, 2005.
58. INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER. Estimativa 2008: Incidência de câncer no Brasil. Rio de Janeiro: INCA, 2007. Disponível em: <<http://www.inca.gov.br/estimativa/2008/>>. Acesso em: 26/10/2007.
59. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. 2007. Disponível: <http://clima1.cptec.inpe.br/monitoramento_brasil.shtml>. Acesso em: 22/10/2007.
60. KEATISUWAN, W.; OHNAKA, T.; TOCHIHARA, Y. Physiological responses of men and women during exercise in hot environments with equivalent WBGT. *Appl. Human Sci.*, v. 15, n. 6, 249-258 p, 1996.
61. KIM, H. E.; PARK, S.J. The effect of safety hat on thermal responses and working efficiency under a high temperature environment. *J. Physiol. Anth. Appl. Hum. Sci.*, v.23, n. 5, 149-153 p, 2004.
62. KONDO, N.; SHIBASAKI, M.; AOKI, K.; KOGA, S.; INOUE, Y.; CRANDALL, C. G. Function of human eccrine sweat glands during dynamic exercise and passive heat stress. *J. Appl. Physiol.*, v. 90, 1877-1881 p, 2001.
63. KWON, A; KATO, M; KAWAMURA, H; YANAI, Y; TOKURA, H. Physiological significance of hydrophilic and hydrophilic textile materials during intermittent exercise in humans under the influence of warm ambient temperature with and without wind. *Eur. J. App. Physiol.*, v. 78, 487- 493 p, 1998.
64. LAMBERT, E. V.; ST CLAIR GIBSON, A.; NOAKES, T. D. Complex systems model of fatigue: integrative homeostatic control of peripheral physiological systems during exercise in humans. *Br J Sports Med*, v. 39, 52-62 p, 2005.

65. LATZKA, W. A.; SAWKA, M. N.; MONTAIN, S. J.; SKRINAR, G. S.; FIELDING, R. A.; MATOTT, R. P.; PANDORF, K. B. Hyperhydration: tolerance and cardiovascular effects during uncompensable exercise-heat stress. *J. Appl. Physiol.*, v. 84, 1858–1864 p, 1998.
66. LAUTENSCHLAGER, S.; WULF, H. C.; PITTELKOW, M. R.; Photoprotection. *Lancet*, v. 370, 528-37 p, 2007.
67. LAWLER, S.; SPATHONIS, K.; EAKIN, E.; GALLOIS, C.; LESLIE, E.; OWEN, N. Sun Exposure and Sun Behaviours among Young Adult Sport Competitors. *Aus. New Zel. J. Pub. Health*, v. 31 n. 3, 230-234 p, 2007.
68. LIBERT, J. P.; CANDAS, V.; VOGT, J. J. Effect of rate of change in skin temperature on local sweating rate. *J. Appl. Physiol.: Respirat. Environ. Exercise Physiol.* v. 47, n. 2, 306-311 p, 1979.
69. LIM, H. M.; NAYLOR, M.; HONIGSMANN, H.; GILCHREST, B. A.; COOPER, K.; MORISON, W; DELEO, V. A.; SCHERSCHUN, L. American Academy of Dermatology Consensus Conference on UVA protection of sunscreens: Summary and recommendations. *J. Am. Acad. Dermatol.*, v. 44, 505-8 p, 2001.
70. LIVINGSTON, P. M.; Sun exposure and sun protection behaviours among Australian adolescents: trends over time. *Prev. Med.*, v. 37, 577-584 p, 2003.
71. McARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. *Fisiologia do Exercício – Energia, nutrição e desempenho humano*. 5. ed. RJ: Guanabara Koogan. 2003.
72. MacLAREN, D. P. M.; GIBSON, H.; PARRY-BILLINGS, M.; EDWARDS, R. H. T. A review of metabolic and physiological factors in fatigue. *Exer. Sports Review*. v. 17, 29-66 p, 1989.
73. MacLENNAN, R.; KELLY, J. W.; RIVERS, J. K.; HARIRSON, S. L. The eastern Australian childhood nevus study: site differences in density and size of melanocytic nevi in relation to latitude and phenotype. *J. Am. Acad. Dermatol.*, v. 48, 367-75 p, 2003.
74. MAIER, H.; SCHAUBERGER, G.; BRUNNHOFER, K.; HONIGSMANN, H. Change of ultraviolet absorbance of sunscreen by exposure to solar-simulated radiation. *J. Invest. Dermatol.*, v. 117, 256-262 p, 2001.
75. MARINO, F. E.; KAY, D.; SERWACH, N. Exercise time to fatigue and the critical limiting temperature: effect of hydration. *J. Therm. Biol.*, v. 29, 21-29 p, 2004.
76. MARINO, F. E. Anticipatory regulation and avoidance of catastrophe during exercise-induced hyperthermia. *Comp. Biochem. Physiol. B. Biochem. Mol. Biol.*, v. 139, 561-569 p, 2004.

77. MARINO, F. E.; MBAMBO, Z.; KORTEKAAS, E.; WILSON, G.; LAMBERT, M. I.; NOAKES, T. D.; DENNIS, S. C. Advantages of smaller bodymass during distance running in warm, humid environments. *Pflugers Arch.* v. 441, 359-367 p, 2000.
78. MOEHRLE, M. Ultraviolet exposure in the Ironman triathlon. *Med. Sci. Sports Exerc.* v. 33, 1385-1386 p, 2001.
79. MOEHRLE, M.; HEINRICH, L.; SCHIMID, A.; GARBE, C. Extreme UV exposure of professional cyclists. *Dermatology*, v. 201, 44-45 p, 2000.
80. MOLONEY, F.J.; COLLINS, S.; MURPHY, G. M. Sunscreens: safety, efficacy and appropriate use. *Am. J. Clin. Dermatol.* v. 3, n. 3, 185-91 p, 2002.
81. MONTAIN, S. L.; SAWKA, M. N.; CADARETTE, B. S.; QUIGLEY, M. D.; MCKAY, J. M. Physiological tolerance to uncompensable heat stress: effects of exercise intensity, protective clothing, and climate. *J. Appl. Physiol.* v. 77, 216-222 p, 1994.
82. MORAN, D. S.; SHITZER, A.; PANDOLF, K. B. A physiological strain index (PSI) to evaluate heat stress. *Am. J. Physiol. (Regulatory Integrative Comp. Physiol.)*, v. 275, R129-R134 p, 1998.
83. NADEL, E. R.; STOLWIJK, J. A. J. Effect of skin wettedness on sweat gland response, *J. Appl. Physiol.*, v. 35, n. 5, 689-694 p, 1973.
84. NADEL, E. R.; BULLARD, R. W.; STOLWIJK, J. A. J. Importance of skin temperature in the regulation of sweating, *J. Appl. Physiol.*, v. 31, n. 1, 80-87 p, 1971a.
85. NADEL Peripheral modifications to the central drive for sweating *J. Appl. Physiol.*, v. 31, n. 6, 828-833 p, 1971b.
86. NASSIF-LEONEL, C.; ARAÚJO-FERREIA, A. P.; GOMES, A. R.; DE MARTIN-SILVA, L.; SILAMI-GARCIA, E.; MARINO, F. Double blind carbohydrate ingestion does not improve exercise duration in warm humid conditions. *J. Sci. Med. Sport*, v. 11, 72-79 p, 2008.
87. NAYLOR, M. F.; FARMER, K. C. The case for sunscreens. A review of their use in preventing actinic damage and neoplasia. *Arch. Dermatol.*, v. 133, 1146-1154 p, 1997.
88. NIELSEN, B. J.; HALES, J. R. S.; STRANGE, S.; CHRISTENSEN, N. J.; WARBERG, J.; SALTIN, B. Human circulatory and thermoregulatory adaptations with heat acclimation and exercise in a hot, dry environment. *J. Physiol.*, v. 460, 467-485 p, 1993.
89. NIELSEN, B.; KASSOW, K.; ASCHENGREEN, F. E. Heat balance during exercise in the sun. *Eur. J. Appl. Physiol.*, v. 58, 189-196 p, 1988.

90. NIELSEN, B. Regulation of body temperature and heat dissipation at different levels of energy and heat production in man. *Acta Physiol Scand*, v. 68, 215-227 p, 1966.
91. NIKOLOPOULOS, V.; ARKINSTALL, M. J.; HAWLEY, J. A. Pacing strategy in simulated cycle time-trials is based on perceived rather than actual distance. *J. Sci. Med. Sport*, v. 4, n. 2, 212-219 p, 2001.
92. NOAKES, T. D. Drinking guidelines for exercise: What evidence is there that athletes should drink "as much as tolerable", "to replace the weight lost during exercise" or "ad libitum". *J. Sports Sci.*, v. 25, n. 7, 781-796 p, 2007.
93. NOAKES, T. D. Physiological models to understand exercise fatigue and the adaptations that predict or enhance athletic performance. *Scand. Med. Sci. Sports*, v. 10, 123-145 p, 2000.
94. NOAKES, T. D.; ST CLAIR GIBSON, A.; LAMBERT, E. V. From catastrophe to complexity: a novel model of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans: summary and conclusions. *Br. J. Sports Med.*, v. 39, 120-124 p, 2005.
95. NOHYNEK, G. J.; SCHAEFER, H. Benefit and risk of organic ultraviolet filters. *Reg. Tox. Pharmacol.*, v. 33, 285-299 p, 2001.
96. NYBO, L.; NIELSEN, B. J. Hypertermia and central fatigue during prolonged exercise in humans. *J. Applied. Physiol.*, v. 91, 1055-1060 p, 2001.
97. POWERS, S.; HOWLEY, E. T. *Fisiologia do Exercício: Teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho*. São Paulo: Manole, 1990.
98. PANDOLF, K. B.; GANGE, R. W.; LATZKA, W. A.; BLANK, I. H.; KRANING II, K. K.; GONZALEZ, R. R. Human thermoregulatory responses during heat exposure after artificially induced sunburn. *Am. J. Physiol.*, v. 262, n. 31, R610-R616, 1992.
99. QIAN, X.; FAN, J. Prediction of clothing thermal insulation and moisture vapour resistance of the clothed body walking in wind. *Ann. Occup. Hyg.* v. 50, n. 8, 833-42 p, 2006.
100. RAMANATHAN, N. L. A new weighting system for mean surface temperature of the human body. *J. Appl. Physiol.*, v. 19, 531-533 p, 1964.
101. RASCH, W.; CABANAC, M. Selective brain cooling is affected by wearing headgear during exercise. *J. Appl. Physiol.*, v.74, n. 3, 1229-1233 p, 1993.
102. RIJKEN, F.; KIEKENS, R. C. M.; VAN DEN WORM, E.; LEE, P. L.; VAN WEELDEN, H.; BRUIJNZEEL, P. L. B. Pathophysiology of photoaging of human skin: focus on neutrophils. *Photochem. Photobiol. Sci.*, v. 5, 184-189 p, 2006.

103. RODRIGUES, L. O. C.; OLIVEIRA, A.; LIMA, N. R. V.; MACHADO-MOREIRA, C. A. Heat storage rate and acute fatigue in rats. *Braz. J. Med. Biol. Res.*, v. 36, n. 1, 131-135 p, 2003.
104. RODRIGUES, L. O. C.; SILAMI-GARCIA, E. Fadiga: falha ou mecanismo de proteção. In: Emerson Silami Garcia; Kátia Lemos; Pablo Juan Greco. (Org.). *Temas Atuais III*. 1ª. ed. Belo Horizonte: Livraria e Editora Saúde Ltda., v. 3, 27-48 p, 1998.
105. ROSA, M. S. Comparação da sudorese medida durante teste de campo em ambiente de clima tropical com a sudorese medida em ambiente laboratorial termoneutro. Dissertação de Mestrado – Belo Horizonte, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, UFMG, 2005.
106. SAMPAIO, I. B. M. *Estatística aplicada à experimentação animal*, 3. ed. Belo Horizonte: Fundação de Estudo e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 2007.
107. SATO, K.; DOBSON, R. L. Regional and individual variations in the function of the human eccrine sweat gland. *J. Invest. Dermatol.* v. 54, n.6, 443-449 p, 1970.
108. SAUNDERS, A. G.; DUGAS, J. P.; TUCKER, R.; LAMBERT, M. I.; NOAKES, T. D. The effects of different air velocities on heat storage and body temperature in humans cycling in a hot, humid environment. *Acta. Physiol. Scand.*, v. 183, 241-255 p, 2005.
109. SAVAGE, M. V.; BRENGELMAN, G. L. Control of skin blood flow in the neutral zone of human body temperature regulation. *J. Appl. Physiol.*, v. 80, 1249-1257 p, 1996.
110. SAWKA, M. N.; YOUNG, A. J.; LATZKA, W. A., NEUFER, P. D.; QUICLEY, M. D.; PANDOLF, K. B. Human tolerance to heat strain during exercise: influence of hydration. *J Appl Physiol*, v. 73, 368-375 p, 1992.
111. SHAPIRO, Y.; PANDOLF, K.B.; AVELLINI, B.A.; PIMENTAL, N.A.; GOLDMAN, R. F. Physiological responses of men and women to humid and dry heat. *J. Appl. Physiol.* v. 49, n.1, 1-8 p, 1980.
112. SHELLEY, W. B.; HURLEY, H. J. JR. Studies on topical antiperspirant control of axillary hyperhidrosis. *Acta. Derm. Venereol.* v. 55, n. 4, 241-260 p, 1975.
113. SHIBASAKI, M. WILSON, T. E.; CRANDALL, C. G. Neural control and mechanisms of eccrine sweating during heat stress and exercise. *J. Appl. Physiol.*, v. 100, 1692-1701 p, 2006.
114. SILAMI-GARCIA, E.; GUIMARÃES, M. T. Water replacement and thermoregulatory responses during prolonged exercise. *Braz. J. Med. Biol. Res.* v. 26, n. 11, 1237-1240 p, 1993.

115. ST CLAIR GIBSON, A.; NOAKES, T. D. Evidence for complex system integration and dynamic neural regulation of skeletal muscle recruitment during exercise in humans. *Br. J. Sports Med.* v. 38, 797-806 P, 2004.
116. STANTON, W. R.; JANDA, M.; BAADE, P. D.; ANDERSON, P. Primary prevention of skin cancer: a review of sun protection in Australia and internationally. *Health Promot. Int.*, v. 19, n. 3, 369-78 p, 2004.
117. STOKES, R. P.; DIFFEY, P. L. The water resistance of sunscreen and day-care products. *Brit. J. Derm.*, v. 140, 259-263 p, 1999.
118. SUH, K. S.; ROH, H. J.; CHOI, S. Y.; JEON, Y. S.; DOH, K. S.; BAE, J. H.; KIM, S. T. Long-term evaluation of erythema and pigmentation induced by ultraviolet radiations of different wavelengths. *Skin Res. Technol.*, v. 13, 154-161 p, 2007.
119. SZKLO, A. S.; ALMEIDA, L. M.; VALESKA, F.; LOZANA, J. A.; MENDONÇA, G. A. S.; MOURA, L.; SZKLO, M. Comportamento relativo à exposição e proteção solar na população de 15 anos ou mais de 15 capitais brasileiras e Distrito Federal, 2002-2003. *Cad. Saúde Pub.*, v. 23, 823-834 p, 2007.
120. TATTERSON, A. J.; HAHN, A. G.; MARTIN, D. T.; FEBBRAIO, M. A. Effects of heat stress on physiological responses and exercise performance in elite cyclists. *J. Sci. Med. Sport*, v. 3, 186-193 p, 2000.
121. THOMPSON, S. C.; JOLLEY, D.; MARKS, R. Reduction of solar keratoses by regular sunscreen use. *N. Engl. J. Med.*, v. 329, 1147-1151 p, 1993.
122. TOUITOU, E.; GODIN, B. Skin nonpenetrating sunscreens for cosmetic and pharmaceutical formulations. *Clinics Dermatol.*, v. 26, 375-379 p, 2008.
123. TUCKER, R.; RAUCH, L.; HARLEY, Y. X. R.; NOAKES, T. D. Impaired exercise performance in the heat is associated with an anticipatory reduction in skeletal muscle recruitment. *Pflugers Arch. – Eur. J. Physiol.*, v. 448, 422-430 p, 2004.
124. TUCKER, R.; MARLE T.; LAMBERT, E. V.; NOAKES, T. D. The rate of heat storage mediates an anticipatory reduction in exercise intensity during cycling at a fixed rating of perceived exertion. *J. Physiol.* v. 574.3, 905-915 p, 2006.
125. URBACH, F. The historical aspects of sunscreens. *J. Photochem. Photobiol. B: Biol.*, v. 64, 99-104 p, 2001.
126. US, Food and Drug Administration, FDA. Disponível em: [http://www.fda.gov/cder/otcmonographs/Sunscreen/sunscreen\(352\).pdf](http://www.fda.gov/cder/otcmonographs/Sunscreen/sunscreen(352).pdf). Acesso em 12/11/2007.
127. VARVARESOU, A. Percutaneous absorption of organic sunscreens. *J. Cosmet. Dermatol.*, v. 5, 53-57 p, 2006.

128. VIMIEIRO-GOMES, A.C.; MAGALHÃES, F.C.; AMORIM, F.T.; MACHADO-MOREIRA, C.A.; ROSA, M.S.; LIMA, N.R.V.; RODRIGUES, L.O.C. Comparison of sweat rate during graded exercise and the local rate induced by pilocarpine. *Braz. J. Med. Biol. Res.* v. 38, 1133-1139 p, 2005.
129. WELLS, T. D.; JESSUP, G. T.; LANGLOTZ, K. S. Effects of sunscreen use during exercise in the heat. *Phys. Sports Med.*, v. 12, n. 6, 132-142 p, 1984.
130. WHITHAM, M.; MCKINNEY, J. Effect of a carbohydrate mouthwash on running time-trial performance. *J. Sports Sci.*, v. 25, n. 12, 1385-1392 p, 2007.

7. ANEXOS

7.1 Anexo 1



Termo de consentimento livre e esclarecido

Título do estudo: Efeito do protetor solar sobre a fadiga durante corrida com exposição ao sol.

Pesquisadores responsáveis: Kenya Paula Moreira Oliveira, Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues e Bernardo Faria Gontijo Assunção.

Instituição/Departamento: Laboratório de Fisiologia do Exercício - Departamento de Educação Física – Universidade Federal de Minas Gerais.

O objetivo deste estudo é avaliar o efeito de dois tipos de protetores solares na fadiga durante corrida de 10 km em ambiente quente com exposição ao sol. Para isto, você comparecerá à UFMG em 5 dias. No primeiro dia será realizada uma avaliação na qual serão coletados dados como idade, peso, estatura, capacidade aeróbica e dobras cutâneas. No segundo dia será realizada uma sessão de familiarização com os procedimentos experimentais. Nos outros dias, serão realizados os experimentos que consistem em uma corrida de 10 km ao ar livre, com ou sem o uso do protetor solar, na qual você deverá alcançar o menor tempo possível. Durante os experimentos serão medidas a frequência cardíaca, as temperaturas interna e da pele, as taxas de sudorese total e local, o número de glândulas sudoríparas ativadas, a percepção subjetiva do esforço e o conforto térmico.

A participação nesta pesquisa não implica em qualquer risco para você. Alguns protetores solares podem produzir reações alérgicas, mas segundo o fabricante dos protetores solares os quais utilizaremos, este risco é muito baixo e ocorre raramente. Sabe-se que a exposição aguda ao sol pode provocar eritema e pigmentação, mas estes efeitos dependem de vários fatores como dosagem de radiação, cor da pele, idade, entre outros. Os efeitos maléficos da exposição ao sol, como o câncer, dependem de dosagens de radiação solar sem proteção ao longo do tempo, que não serão realizadas neste experimento.

As informações colhidas serão confidenciais e de conhecimento apenas dos pesquisadores responsáveis. Os sujeitos desta pesquisa não serão identificados em nenhum momento, mesmo quando os resultados desta pesquisa forem divulgados em qualquer forma.

Você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa em qualquer fase dela, para esclarecer qualquer dúvida ou retirar este consentimento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo para você.

Não haverá qualquer compensação financeira relacionada à sua participação.

Antes de concordar em participar desta pesquisa e assinar este termo, os pesquisadores deverão responder todas as suas dúvidas.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito de todos os dados que li ou que foram lidos para mim. Desta forma, concordo voluntariamente em participar deste estudo.

Belo Horizonte, _____ de _____ de _____

Assinatura do voluntário

Dr. Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues
Prof. Titular da EEFETO – UFMG
Tel: (31) 34092328

Kenya Paula Moreira Oliveira
Mestranda em Treinamento - UFMG
Tel: (31) 33324081 – (31) 96969484

Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG. Av. Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II, 2º. Andar. Sala 2005. Campus Pampulha. Belo Horizonte – MG CEP 31270-901. Tel: 34094592.

7.2 Anexo 2



Efeito do protetor solar sobre a fadiga durante corrida de 10 km sob o sol

Mestranda Kenya Paula Moreira Oliveira
Orientador Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues

Questionário de hábitos de exposição e proteção ao sol

Este questionário pretende conhecer seus hábitos de exposição e de proteção ao sol. Na primeira coluna você responderá perguntas referentes à exposição e proteção ao sol durante os treinos de corrida e na segunda coluna em relação ao seu cotidiano. Você poderá marcar mais de uma alternativa, caso seja necessário. Esclareça suas dúvidas antes de responder às perguntas.

Hábitos durante os treinos de corrida	Hábitos no dia-a-dia
<p>Você treina com exposição ao sol? <input type="checkbox"/> Todos os dias <input type="checkbox"/> Entre 4 a 6 vezes por semana <input type="checkbox"/> Entre 1 a 3 vezes por semana <input type="checkbox"/> Menos de 1 vez por semana <input type="checkbox"/> Não se expõe ao sol nos treinos</p> <p>Durante quanto tempo você se exercita sob o sol? <input type="checkbox"/> Até 30 minutos <input type="checkbox"/> De 30 minutos até 1 hora <input type="checkbox"/> De 1 hora a 2 horas <input type="checkbox"/> Mais de 2 horas</p> <p>Qual horário você costuma correr ao ar livre? <input type="checkbox"/> Antes das 10:00 hs <input type="checkbox"/> Entre 10:00 e 16:00 hs <input type="checkbox"/> Após 16:00 hs</p> <p>Você usa protetor solar durante os treinos de corrida? <input type="checkbox"/> Sempre <input type="checkbox"/> Quase sempre <input type="checkbox"/> Às vezes <input type="checkbox"/> Raramente. Pq? _____ _____ <input type="checkbox"/> Nunca. Pq? _____ _____</p> <p>Qual protetor solar você usa? Tipo e marca: _____ FPS: _____</p>	<p>Você se expõe ao sol? <input type="checkbox"/> Todos os dias <input type="checkbox"/> Entre uma e seis vezes por semana <input type="checkbox"/> Entre uma vez por semana a uma vez por mês <input type="checkbox"/> Menos de uma vez por mês <input type="checkbox"/> Quase nunca</p> <p>Por quanto tempo? <input type="checkbox"/> No máximo por 30 minutos <input type="checkbox"/> Por aproximadamente uma hora <input type="checkbox"/> Entre uma e quatro horas <input type="checkbox"/> Mais de quatro horas</p> <p>Como você se protege do sol? <input type="checkbox"/> Usa protetor solar <input type="checkbox"/> Uso de boné ou chapéu <input type="checkbox"/> Roupas <input type="checkbox"/> Sempre que possível busca sombra <input type="checkbox"/> Não se protege</p> <p>Com que frequência você usa protetor solar? <input type="checkbox"/> Todos os dias <input type="checkbox"/> Entre 1 a 3 vezes por semana <input type="checkbox"/> Entre 4 a 6 vezes por semana <input type="checkbox"/> Somente quando se expõe ao sol diretamente <input type="checkbox"/> Nunca</p> <p>Qual protetor solar você usa? Tipo e marca: _____ FPS: _____</p>

ASSINATURA: _____ DATA: ____/____/____

7.3 Anexo 3

Teste de absorção do protetor solar

Objetivo: verificar se o papel absorvente utilizado para coletar o suor local é capaz de absorver o protetor solar aplicado na pele.

Materiais e métodos

Seis voluntários ficaram em repouso, sentados e com os braços apoiados em uma mesa, em ambiente temperado (21 a 24° C). O ambiente foi controlado com ar condicionado e as temperaturas seca e úmida foram registradas a cada 2 minutos.

Uma área de 25 cm² na região anterior dos dois antebraços foi demarcada e adequadamente higienizada. Em um dos antebraços foi aplicado o protetor solar homogeneamente na área medida (quantidade de 20 mg/cm²). O outro antebraço serviu como controle (não foi aplicado o protetor solar). Foram testados os dois tipos de protetores solares utilizados nos experimentos (PS1 e PS2).

Após 30 minutos de aplicação do protetor solar, foi colocado um papel absorvente (16 cm²) de peso conhecido, coberto com plástico e vedado com esparadrapo. Este papel ficou por 20 minutos sobre a pele do indivíduo e então foi retirado e pesado novamente. O mesmo procedimento foi realizado no antebraço controle.

Como os indivíduos estavam em repouso e em ambiente termoneutro, considerou-se que não havia produção de suor no antebraço. Desta forma, a diferença de peso do papel antes e após o experimento foi considerada como a quantidade de protetor solar absorvida pelo papel.

Resultados

Na situação controle, a diferença de peso do papel antes e após o experimento foi de 1,4 ± 1,6 mg. Na situação PS1, a diferença de peso do papel foi de 1,9 ± 0,6 mg e na situação PS2 foi de 3,4 ± 1,4 mg.

Conclusão

A quantidade de protetor solar absorvida pelo papel foi muito pequena. Desta forma, o método do papel absorvente é eficiente para medir a sudorese local após 30 minutos de aplicação de protetor solar sobre a pele.

7.4 Anexo 4 - Dados individuais

7.4.1 Dados da avaliação física

Características dos voluntários									
Volun tário	Sexo	Idade (anos)	Massa corporal (kg)	Estatura (cm)	ASC (m ²)	∑ dobras cutâneas	VO _{2max} (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	FC _{max} (bpm)	Tipo de pele
V1	F	25	52,0	164	1,55	143	34,21	201	4
V2	F	25	61,3	171	1,72	184	37,65	195	3
V3	F	24	60,8	167	1,68	154	38,99	196	3
V4	F	27	56,1	165	1,61	158	38,83	194	2
V5	F	26	52,0	163	1,55	131	50,86	181	1
V6	F	26	57,6	170	1,67	119	41,43	189	2
V7	M	20	65,3	173	1,78	76	50,04	197	4
V8	M	22	84,8	179	2,04	169	41,92	198	5
V9	M	26	71,0	176	1,87	76	59,81	170	3
V10	M	25	73,7	171	1,86	154	57,26	202	3
V11	M	31	74,9	174	1,89	88	67,63	189	2
V12	M	25	70,2	174	1,84	111	57,00	183	2

F: feminino. M: masculino. ASC: área de superfície corporal. VO_{2max}: consumo máximo de oxigênio. FC_{max}: frequência cardíaca máxima.

7.4.2 Dados da densidade da urina

Densidade da urina						
	CON		PS1		PS2	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
V1	1004	1008	1004	1016	1004	1010
V2	1008	1022	1024	1022	1008	1014
V3	1008	1012	1004	1014	1004	1008
V4	1020	1022	1020	1017	1022	1020
V5	1008	1010	1006	1019	1012	1014
V6	1004	1015	1004	1012	1010	1019
V7	1020	1021	---	---	1020	1018
V8	1028	1028	1018	1021	1024	1026
V9	1026	1014	1024	1014	1020	1022
V10	1006	1010	1022	1009	1018	1021
V11	1022	1022	1010	1012	1026	1022
V12	1020	1026	1024	1021	1020	1020

Voluntários 1 a 6 são do sexo feminino e do 7 ao 12 do sexo masculino. CON: controle. PS1: protetor solar 1. PS2: protetor solar 2. Pré: antes do exercício. Pós: após o exercício. V7 não realizou a situação PS1.

7.4.3 Dados da velocidade de corrida

	Velocidade média (km.h ⁻¹)	Velocidade em cada estágio (km.h ⁻¹)				
		2 km	4 km	6 km	8 km	10 km
CON						
V1	10,43 ± 0,33	10,64	10,57	10,43	10,24	10,27
V2	9,91 ± 0,58	9,48	9,75	9,97	10,16	10,18
V3	10,73 ± 0,34	10,75	11,12	10,75	10,62	10,40
V4	10,44 ± 0,70	11,23	10,92	10,34	9,83	9,88
V5	13,01 ± 0,67	13,39	13,02	12,63	13,09	12,91
V6	11,77 ± 0,72	12,00	11,95	11,91	11,18	11,82
V7	12,69 ± 1,00	13,04	13,21	12,62	12,52	12,09
V8	11,38 ± 1,03	12,14	11,77	11,59	11,25	10,14
V9	14,75 ± 0,91	15,67	15,29	14,43	13,86	14,50
V10	15,10 ± 1,35	15,27	15,48	14,59	13,99	16,17
V11	15,12 ± 0,90	14,36	15,19	15,46	15,43	15,17
V12	13,64 ± 0,50	13,20	13,73	13,92	13,75	13,58
PS1						
V1	10,58 ± 0,53	11,14	10,68	10,09	10,25	10,71
V2	10,17 ± 0,49	9,79	10,01	10,26	10,27	10,54
V3	10,51 ± 0,60	10,46	10,49	10,62	10,74	10,24
V4	10,42 ± 0,83	10,61	10,66	10,15	10,20	10,47
V5	12,40 ± 0,48	12,59	12,53	12,49	12,28	12,09
V6	11,93 ± 0,86	12,80	12,55	11,78	11,06	11,48
V7	---	---	---	---	---	---
V8	11,99 ± 0,80	12,11	11,93	11,75	11,20	12,95
V9	14,80 ± 0,78	15,65	15,02	14,02	14,43	14,90
V10	14,46 ± 0,66	14,56	15,05	14,09	14,10	14,50
V11	14,74 ± 1,19	15,82	14,27	14,88	14,72	14,01
V12	13,77 ± 1,12	13,08	13,30	14,15	13,87	14,45
PS2						
V1	10,58 ± 0,48	11,00	11,07	10,45	10,25	10,15
V2	10,14 ± 0,32	10,23	10,20	10,02	10,07	10,19
V3	10,38 ± 0,40	10,11	10,11	10,44	10,65	10,59
V4	9,89 ± 0,62	10,66	10,23	9,67	9,46	9,44
V5	12,61 ± 1,05	12,58	12,47	12,59	13,03	12,39
V6	11,35 ± 0,63	11,86	11,93	11,46	10,99	10,51
V7	13,46 ± 1,00	13,55	14,15	13,70	13,21	12,71
V8	11,24 ± 0,86	12,32	11,22	11,00	10,74	10,90
V9	14,72 ± 0,94	15,26	15,02	14,40	13,98	14,94
V10	14,39 ± 0,88	14,72	15,19	13,96	13,53	14,55
V11	15,08 ± 0,60	15,29	15,30	14,65	15,10	15,03
V12	14,09 ± 0,83	13,44	14,74	14,43	14,21	13,64

Dados da velocidade média estão apresentados como média ± desvio padrão. Voluntários 1 a 6 são do sexo feminino e do 7 ao 12 são do sexo masculino. CON: controle. PS1: protetor solar 1. PS2: protetor solar 2. O voluntário 7 não realizou a situação PS1.

7.4.4 Dados da taxa de sudorese total

Taxa de sudorese total (g.m ⁻² .min ⁻¹)												
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12
CON	3,62	5,96	6,24	2,72	5,64	4,99	8,62	8,76	8,4	8,17	8,37	9,4
PS1	4,29	5,36	3,95	3,86	6,8	5,89	---	7,91	6,46	10,18	7,8	9,93
PS2	3,49	5,3	3,98	2,61	5,78	6,58	7,94	8,51	10,53	9,87	5,17	9,37

Voluntários 1 a 6 são do sexo feminino e do 7 ao 12 do sexo masculino. CON: controle. PS1: protetor solar 1. PS2: protetor solar 2. O voluntário 7 não realizou a situação PS1.

7.4.5 Dados da taxa de sudorese local

Taxa de sudorese local (mg.cm ⁻² .min ⁻¹)									
	CON			PS1			PS2		
	TE	BR	CX	TE	BR	CX	TE	BR	CX
V1	6,36	3,55	2,18	5,99	3,64	1,77	4,27	2,59	1,59
V2	12,30	4,96	3,16	12,34	5,79	1,46	11,54	4,78	4,11
V3	11,57	6,35	2,65	8,33	2,67	1,40	5,74	4,18	1,50
V4	12,88	9,19	5,00	15,26	6,29	3,75	16,23	6,74	3,66
V5	21,92	10,10	8,71	14,06	10,02	8,64	22,78	11,45	---
V6	35,29	15,94	8,11	27,19	8,54	6,44	29,67	13,53	---
V7	17,74	16,84	9,94	---	---	---	8,16	19,25	6,72
V8	33,54	11,38	7,98	31,76	13,85	7,65	31,07	9,72	5,71
V9	35,58	24,09	18,76	33,71	19,05	13,76	39,82	24,42	10,27
V10	39,03	20,04	7,94	37,96	24,42	11,33	36,73	8,71	5,60
V11	31,44	16,58	6,42	24,29	16,10	11,81	19,38	27,05	---
V12	35,68	24,36	13,21	36,84	24,79	15,54	37,26	26,77	14,57

TE taxa de sudorese na testa. BR: taxa de sudorese no braço. CX: taxa de sudorese na coxa. CON: controle. PS1: protetor solar 1. PS2: protetor solar 2. Voluntários 1 a 6 são do sexo feminino e 7 a 12 são do sexo masculino. O voluntário 7 não realizou a situação PS1. Devido à problemas metodológicos que ocorreram durante os experimentos, não foi possível calcular a taxa de sudorese local na coxa dos voluntários 5, 6 e 11 durante a situação PS2.

7.4.5.1 Taxa de sudorese local nos minutos iniciais de exercício

Taxa de sudorese local nos minutos iniciais de exercício (mg.cm ⁻² .min ⁻¹)									
	CON			PS1			PS2		
	TS	% do tempo	% da TS	TS	% do tempo	% da TS	TS	% do tempo	% da TS
V1	2,32	37	37	3,47	40	40	2,80	38	38
V2	3,83	62	62	5,19	41	41	4,54	39	39
V3	5,09	38	38	3,63	42	42	2,71	61	61
V4	1,16	20	20	1,71	19	19	4,64	20	20
V5	2,77	20	20	4,44	24	24	4,10	20	20
V6	3,28	21	21	4,02	19	19	7,59	20	20
V7	12,81	17	17	---	---	---	21,84	18	18
V8	5,91	18	18	10,01	18	18	6,49	22	22
V9	15,62	17	17	15,57	16	16	15,48	19	19
V10	5,53	20	20	3,61	21	21	2,20	18	18
V11	11,93	19	19	12,99	25	25	19,52	21	21
V12	27,68	20	20	7,56	19	19	18,11	26	26

Taxa de sudorese local nos minutos iniciais de exercício. O tempo de coleta do suor está apresentado como percentual do tempo total de exercício (% do tempo). Foi calculado o percentual da sudorese nos minutos iniciais em relação à sudorese no braço durante todo período de exercício (% da TS). Voluntários 1 a 6 são do sexo feminino e 7 a 12 são do sexo masculino. O voluntário 7 não realizou a situação PS1. TS: taxa de sudorese. CON: controle. PS1: protetor solar 1. PS2: protetor solar 2.

7.4.6 Dados das glândulas sudoríparas ativadas

Glândulas sudoríparas ativadas (gl.cm ⁻²)												
	TE	CX	BR1	BR2	TE	CX	BR1	BR2	TE	CX	BR1	BR2
V1	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
V2	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
V3	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
V4	90	72	71	82	----	----	----	----	123	88	88	82
V5	83	62	63	56	81	72	66	58	----	----	----	----
V6	120	75	80	82	132	69	87	----	121	----	94	98
V7	----	----	----	----	----	----	----	----	----	79	58	102
V8	95	70	65	63	87	54	71	76	89	48	47	61
V9	109	74	69	91	----	92	90	93	84	85	68	94
V10	72	65	77	71	82	60	59	57	83	60	82	62
V11	----	----	52	40	----	----	53	53	76	60	66	84
V12	81	60	53	65	86	----	65	----	80	61	62	65

Voluntários 1 a 6 são do sexo feminino e 7 a 12 são do sexo masculino. CON: controle. PS1: protetor solar 1. PS2: protetor solar 2. TE: taxa de sudorese na testa. BR: taxa de sudorese no braço. CX: taxa de sudorese na coxa. O voluntário 7 não realizou a situação PS1. Os dados não apresentados foram perdidos devido à problemas metodológicos durante a medida.

7.4.7 Dados das temperaturas corporais

V	Temperatura retal (° C)						Temperatura média da pele (° C)					
	0	2 km	4 km	6 km	8 km	10 km	0	2 km	4 km	6 km	8 km	10 km
CON												
1	37,7	38,24	38,46	38,46	38,45	38,51	33,16	31,88	32,14	32,08	32,33	33
2	37,48	38,18	38,35	38,41	38,47	38,51	32,4	33,08	31,6	31,5	30,82	30,44
3	37,42	37,88	38,64	38,76	38,65	38,43	32,26	31,88	31,77	30,09	30,48	31,24
4	37,58	38,25	38,83	38,84	38,63	38,58	32,33	32,18	32,97	32,8	33,02	33,36
5	37,56	38,13	38,61	38,84	38,62	38,68	30,89	30,65	29,82	30,6	30,6	30,67
6	37,32	38,23	38,96	39,11	38,95	38,88	31,59	31,56	31,27	30,45	31,37	31,26
7	36,7	37	37,42	37,6	37,79	37,8	34,12	33,22	32,75	33,03	31,91	32,49
8	36,62	38,3	39,3	39,46	40,03	39,93	34,22	33,08	32,32	32,44	32,62	33,92
9	36,61	37,42	37,62	38,91	38,47	37,51	34,42	33,41	33,03	33,22	34,6	33,14
10	37,2	38,08	38,83	39,34	39,11	39,28	34,05	32,02	33,34	32,25	33,55	34,49
11	38,84	38,94	39,12	39,7	39,41	39,53	33,4	33,11	32,34	32,59	33,3	34,27
12	36,54	37,58	38,34	38,8	38,61	38,6	34,61	32	32,06	30,98	31,72	31,74
PS1												
1	37,94	38,49	38,77	38,73	38,67	38,75	32,54	32,32	32,97	33,36	32,42	30,69
2	37,4	38,1	38,41	38,42	38,9	38,8	32,75	33,8	30,4	29,06	28,94	28,78
3	37,12	38	38,27	38,41	38,42	38,46	30,62	29,79	28,91	28,4	31,04	31,59
4	37,76	38,7	39,02	39,09	38,94	38,4	30,88	30,06	30,31	31,49	32,34	31,41
5	37,56	38,13	38,52	38,94	39,03	38,73	30,28	30,39	31,71	30,83	30,54	30,92
6	37,42	38,23	38,68	38,62	38,58	38,43	31,62	32,01	32,07	33,55	33,91	33,84
7	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
8	37,85	38,43	39,14	39,2	40,2	40,05	32,86	32,69	33,02	32,95	32,93	31,75
9	37,27	37,92	38,3	38,61	38,64	38,74	34,43	32,83	34,34	32,41	31,42	31,71
10	37,02	37,96	38,62	38,93	38,88	39,2	33,73	32,64	33,58	32,25	33,64	33,89
11	37,55	38,08	38,48	38,86	39,06	39	34,11	32,16	31,83	32,21	30,36	31,53
12	37,02	37,12	38,08	39,29	38,93	38,99	34,28	33,46	31,38	30,11	31,07	32,51
PS2												
1	37,96	38,41	38,66	38,64	38,47	38,43	33,14	33,46	32,82	32,47	32,67	32,2
2	37,6	37,95	38,23	38,09	38,15	38,14	31,66	28,4	29,34	29,17	29,6	29,64
3	37,22	37,98	38,18	38,35	38,44	38,52	34,6	31,79	31	30,17	31,43	30,21
4	37,24	38,04	38,59	38,63	38,52	38,53	32,45	31,58	32,45	33,18	33,12	32,15
5	37,53	38,1	38,65	38,8	38,8	37,79	28,89	29,29	30,53	29,87	30,03	29,65
6	38,04	38,9	39,41	39,26	39,35	39,04	31,06	31,57	31,54	32,41	33,18	32,7
7	37,14	37,68	38,09	38,43	38,46	38,22	33,17	32,86	31,5	31,75	32,01	31,97
8	38,03	38,66	39,47	39,85	39,78	40,26	33,67	32,51	32,32	31,79	32,56	31,42
9	37,51	38,61	38,81	39,12	39,23	39,29	35,67	34,38	33,99	32,55	33,74	35,22
10	37,15	38,17	38,94	39,19	39,45	39,3	33,55	31,51	32,24	33,08	32,41	32,1
11	---	---	---	---	---	---	33,99	31,67	32,82	31,62	31,95	32,53
12	37,2	37,97	38,28	38,65	38,68	38,65	34,22	32,28	30,64	31,8	31,32	28,83

Voluntários 1 a 6 são do sexo feminino e 7 a 12 são do sexo masculino. V: voluntário. CON: controle. PS1: protetor solar 1. PS2: protetor solar 2. O voluntário 7 não realizou a situação PS1. O voluntário 11 se recusou a utilizar a sonda retal na situação PS2.

V	Temperatura do peito (°C)						Temperatura do braço (°C)					
	0	2 km	4 km	6 km	8 km	10 km	0	2 km	4 km	6 km	8 km	10 km
CON												
1	34,6	31,7	31,8	32	32,9	32,5	31,6	32,5	32	32,2	31	33,5
2	33	31,8	32,1	31,2	32,4	29,2	31,8	34,4	31,5	31,8	28,8	31,8
3	33,5	32,3	32,5	29,7	30,9	31	30,7	32,1	32,2	30,2	30,5	32,8
4	33,1	31,6	30,9	30,7	31,3	33	32,8	33	34	33,9	33,7	33
5	32,1	30,2	28,7	30,3	30,1	30,1	31,8	32,1	31,5	32,3	32,5	31,6
6	33,3	32	31	30,1	29,3	31,7	30	32,6	33,5	31,8	34,6	33,3
7	35	34,1	33,2	33,8	31,7	32,5	34,2	32,7	34,3	34,1	32,2	32,2
8	35,2	32,6	31,7	31,9	31,5	33,5	34,6	32,6	32,1	32,7	32,5	33,1
9	34,8	33,5	31,3	31,9	34,7	31,8	33,8	32,8	34,8	34,5	35,7	34,8
10	35	32,8	34,7	33,6	33,7	35,1	34,7	32,8	34,1	30,5	33,4	35,2
11	33,2	33,5	32,1	32,1	32,8	34,8	34,2	33,8	33,1	33,6	34,2	34,3
12	35,1	31,2	31,1	29,8	31,7	30,7	35,2	32,4	34,1	32,2	33,1	31,7
PS1												
1	33,4	31,8	32,2	33,1	32,3	31,8	32,8	33,8	34,1	34,7	34,3	29,7
2	34,6	33,7	27,8	29,5	29,9	29,5	31,7	34,7	32,8	28,5	27,7	28,7
3	31,5	29,8	28,9	29,5	32	31,7	28,9	30,1	29,4	28,5	31,4	32,6
4	32,2	28	27,6	30,1	31,5	31,8	31,2	31,4	32,3	33,6	32,5	32,5
5	29,8	29,9	31,3	30,7	29,6	30,9	32	31,2	33,6	33,2	33	32,7
6	33,2	32,8	33	34,3	34,2	34,1	32,6	33,1	33,5	35	35,1	34,5
7	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
8	32,5	31,9	32,1	32,8	33,4	30,5	34,3	34,6	34,3	34,5	33,5	34
9	35,5	31,5	34,1	31,1	30,7	31,4	34	34,2	35,1	33,6	31,9	32,7
10	34,5	33,7	35,6	33,4	36,1	34,6	34	33,5	34,4	32,9	33,7	34,5
11	34,7	31,5	31,8	32,2	29,1	31,2	34,6	33,1	33,1	32,7	31,7	31,9
12	34,9	33,5	31,4	30	31,3	32,8	35,3	33,7	31,6	29,9	30,4	34,3
PS2												
1	34,5	33,4	31,6	31,5	32,1	31,2	32,7	33,6	34,2	33,8	34,4	34,2
2	32,2	27,2	28	29,5	28,6	29,2	31,8	30,6	30,2	30,2	31,4	30,4
3	34,2	32	28,2	28,9	30,7	29,1	31,4	30,7	32,8	31	32	31,6
4	33,2	31,1	30,8	32,3	31,9	31,5	33,5	32,7	33,9	33,7	34,3	32,6
5	26,9	26,3	29,1	28,8	27,9	27,4	29,6	32,4	33,8	31,5	32,6	32,1
6	30,6	31,6	30,2	32	32,8	31,7	32,2	33,9	34,2	33,9	34,6	34,5
7	33,2	33	32,9	32,1	32,8	31,3	33,7	33,6	30,7	31,8	32,7	31,8
8	34,6	31,8	30,8	30,9	32,4	30,8	33,7	33,5	33,2	32,4	32,2	31,2
9	35,3	33,4	33,9	32,4	32,5	34,9	36,8	35	34,4	32,7	34,3	35,9
10	35,3	32,7	33,7	34	33,7	33,9	33,2	31,2	32,3	32,8	32,4	31,7
11	34,5	32,6	34,5	32,9	33,2	32	35,2	31,9	33,5	30,9	31,1	33,5
12	34,4	32	31,2	32,5	33	28,3	35,6	32,8	31,4	31,9	29,2	28,8

Voluntários 1 a 6 são do sexo feminino e 7 a 12 são do sexo masculino. V: voluntário. CON: controle. PS1: protetor solar 1. PS2: protetor solar 2. O voluntário 7 não realizou a situação PS1.

V	Temperatura da coxa (° C)						Temperatura da perna (° C)					
	0	2 km	4 km	6 km	8 km	10 km	0	2 km	4 km	6 km	8 km	10 km
CON												
1	32,4	29,5	32,2	31,6	32,5	33	34,1	33,6	32,8	32,5	33,3	33
2	31,6	32,8	31,6	31,6	30,7	30	33,2	33,3	31	31,4	31,6	30,7
3	32,3	30,6	30,4	29,6	29,2	29,6	32,7	32,2	31,4	31	31,1	30,9
4	31,2	32,3	33,9	33,8	33,8	34,8	31,6	31,7	33,6	33,3	33,8	33
5	27,7	28,9	29,7	28,9	29,2	29,4	30,9	30,9	29,1	30,2	29,9	31,4
6	31,3	30,6	30,1	29,7	29,9	29	31,7	30,3	29,5	29,7	31,1	29,8
7	32,9	32,7	30,5	31,8	30,5	32,2	33,9	33,2	32	31,5	33,2	33,2
8	33,2	34	32,9	33,2	33	34,7	33,2	33,6	33	32,1	34,1	35
9	34,3	33,6	31,9	32,7	33,1	32,8	34,9	34	34,1	33,8	34,3	33
10	32,2	30,1	31,4	32,9	33,2	33,7	33,5	31,6	32,1	32,2	33,9	33,3
11	32,9	32,3	32,5	31,8	32	33,7	33	32,3	31,4	32,6	34	34
12	33,2	31	30,8	29,5	28,9	32,2	34,4	33,6	31,7	32,4	32,5	32,9
PS1												
1	31,2	30,1	31,6	31,3	30,1	29,8	32,2	33,1	33,8	33,8	32,1	31,4
2	31,5	32,7	30	28,5	28,3	26,4	32,8	33,7	31,1	29,8	30	30,2
3	30,1	27,9	27	28,8	29,5	29,8	32,4	31,2	30,1	29,2	30,6	31,7
4	28,7	30,5	30,1	31,8	31,7	30,5	30,6	30,7	31,6	30,1	34	30,1
5	29	29,2	31,2	28,4	27,8	29,6	29,7	31,1	30	29,9	31	29,6
6	29	31	29,5	31,4	32,3	33,1	30,4	30,2	31,1	32,4	33,3	33,2
7	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
8	32	32,1	33,7	33	33	31,2	32,1	31,6	31,8	30,8	31,3	30,8
9	33,2	33	34,9	32,1	31,1	30,7	34,7	32,6	33	32,9	32,1	31,7
10	32,7	31,3	31,8	32	31,7	32,3	33,2	31,1	31,1	29,8	31,8	33,5
11	32,9	32	29,4	32,4	29,7	31,9	33,7	31,9	32,4	31,3	30,9	31,1
12	32,9	32,7	30,9	29,4	31,2	30,9	33,2	33,8	31,5	31,3	31,6	31
PS2												
1	31,8	32,5	32	31,2	30,2	29,6	33,1	34,3	33,4	33,2	33,4	33,3
2	30,1	27,2	28,5	27,2	28,3	29	32,2	28,1	30,9	29,1	29,7	29,8
3	36,7	32,2	32	29,6	31	29	37,9	32,7	31,5	31,4	32,1	31
4	30,6	30,1	32,2	33,6	32,5	32,9	31,6	32,1	33	33,3	33,8	31,7
5	29	28,4	28,7	29,1	29,4	29,6	30,7	30	29,6	29,8	30	29,4
6	29,8	28,8	29,9	31,3	31,7	31,9	31,3	30,8	31,2	31,9	33,1	32,3
7	32,3	32,3	30	30,5	30,4	31,8	33,2	32,1	32,1	32,4	31,4	33,4
8	31,9	31,8	32,6	31,2	32,7	31	34	32,8	33	32,8	33,2	33,1
9	33,9	34,2	33,4	32,2	34,3	35,7	36,3	35,1	34,1	32,9	34,2	34,2
10	31,4	30,9	30,4	32,2	32	29,7	33,6	30,8	31,8	33	30,9	32,4
11	32,8	29,6	31,3	30,2	31,4	30,5	32,6	32	30,8	32,2	31,9	33,9
12	32,5	32,5	27,9	30,5	32,1	28	33,6	31,7	31,4	31,9	31,2	30,5

Voluntários 1 a 6 são do sexo feminino e 7 a 12 são do sexo masculino. V: voluntário. CON: controle. PS1: protetor solar 1. PS2: protetor solar 2. O voluntário 7 não realizou a situação PS1.

Temperatura da testa (° C)																		
V	CON						PS1						PS2					
	0	2	4	6	8	10	0	2	4	6	8	10	0	2	4	6	8	10
	km																	
1	35,3	34,3	35,5	35,2	35,6	35,6	35	35,9	36,7	35,6	35,5	35,9	36,3	36,6	35,9	35,8	35,7	35,4
2	34,4	35,4	35,1	34,5	35,2	33,4	35,5	36	34,5	33	34,2	34	34,6	33,2	33,2	33,8	33,3	34,6
3	35,5	35,2	34,7	33,9	34,9	34,2	32,3	32,4	33,3	33	33,7	34,6	34	31,8	32,4	34,1	34,7	35,2
4	35,4	32,2	34,8	34,8	34,7	34,2	35,4	32,9	33,5	34	34,1	33,5	34,5	33,6	35,2	34,7	35,9	32
5	33	31,9	30,8	29,8	34	33,2	34,9	33,5	31,7	31,2	30,5	32,3	34,7	31,3	33,4	32,3	32,5	32,7
6	34,1	33,3	34,6	32,6	33,3	32,8	32,7	33,9	32,3	35	34,4	34	33,7	32,7	33	34,2	35,1	33,6
7	34,5	33,9	33,9	35,5	34	34,7	---	---	---	---	---	---	34,5	35,1	33,8	35,3	32,8	32,7
8	31,6	32,4	33,5	33,6	34,1	33,2	34,5	30,6	34,5	34,2	33,4	33,6	32,7	31,7	32,8	30,5	31	29,1
9	35,7	32	28,8	30,1	32,6	29,8	35,9	31,9	35,3	31,9	31,7	32,8	35,8	36,3	32,3	33,3	36	36,2
10	35	34,4	33,2	31,6	31,5	35	35,6	31,9	33,9	33,1	31,3	34,5	36,5	32,6	34,5	31,7	30,5	32,1
11	34,8	32,7	32,1	32	34	34,6	36,7	33	33,2	32,9	32,2	31,6	36,6	33	32,3	32,8	33,9	33,5
12	35,6	33,2	32,4	31,7	32,3	33,3	36,5	35,8	30,5	30,9	31,6	32,3	36,1	31,5	34,4	32,1	32,7	32,3

Voluntários 1 a 6 são do sexo feminino e 7 a 12 são do sexo masculino. V: voluntário. CON: controle. PS1: protetor solar 1. PS2: protetor solar 2. O voluntário 7 não realizou a situação PS1.

7.4.8 Dados da percepção subjetiva do esforço

Percepção subjetiva do esforço															
km →	CON					PS1					PS2				
	2	4	6	8	10	2	4	6	8	10	2	4	6	8	10
V1	11	12	13	14	15	11	13	15	16	15	10	11	13	14	15
V2	13	13	15	15	18	12	13	14	15	16	13	14	15	16	17
V3	13	15	15	16	16	13	14	15	16	17	11	13	15	15	15
V4	13	15	15	15	15	13	15	15	15	15	13	15	15	15	15
V5	13	13	14	15	15	13	14	15	16	17	12	13	14	15	14
V6	13	13	15	17	17	12	13	15	16	17	13	15	17	17	18
V7	9	11	12	14	13	---	---	---	---	---	13	11	12	13	13
V8	13	13	15	17	19	13	13	13	15	15	13	14	15	16	17
V9	13	17	18	16	17	13	16	17	17	16	15	16	16	17	17
V10	13	15	16	18	19	15	17	17	18	19	9	15	16	17	19
V11	9	10	11	12	13	11	13	15	15	15	10	14	15	15	16
V12	12	15	17	18	19	16	17	17	18	18	16	18	18	18	19

Voluntários 1 a 6 são do sexo feminino e 7 a 12 são do sexo masculino. CON: controle. PS1: protetor solar 1. PS2: protetor solar 2. O voluntário 7 não realizou a situação PS1.

7.4.9 Dados da frequência cardíaca

Frequência cardíaca (bpm)											
	Exercício						Pausas				
	repouso	2 km	4 km	6 km	8 km	10 km	2 km	4 km	6 km	8 km	10 km
CON											
V1	72	171	184	186	184	181	124	134	132	137	129
V2	66	154	169	175	177	178	108	115	129	130	121
V3	75	157	174	175	172	174	111	119	125	123	120
V4	68	173	187	185	185	184	110	125	135	134	123
V5	53	150	164	166	168	169	87	103	112	117	102
V6	60	---	174	175	173	174	104	133	123	127	120
V7	54	160	171	172	178	174	91	98	106	107	109
V8	67	---	196	199	204	202	---	130	136	147	134
V9	65	154	165	164	158	163	106	113	109	112	101
V10	66	169	184	188	180	191	113	127	124	128	131
V11	70	147	170	176	177	176	88	111	117	127	123
V12	61	156	163	166	164	164	99	103	107	102	92
PS1											
V1	71	176	193	190	190	191	144	148	150	149	154
V2	68	152	168	175	176	178	109	118	125	133	121
V3	83	151	163	164	169	172	103	107	110	116	127
V4	67	174	182	180	182	183	101	111	124	140	127
V5	63	150	163	168	168	166	95	109	110	111	101
V6	60	163	174	171	169	175	120	103	115	120	116
V7	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
V8	65	157	178	179	179	179	94	106	110	119	113
V9	63	152	163	156	160	163	99	106	105	109	108
V10	73	163	181	178	176	182	107	121	115	119	119
V11	69	166	183	180	180	182	110	119	116	123	111
V12	50	155	167	175	176	176	104	105	112	108	113
PS2											
V1	78	176	190	190	182	182	127	142	139	132	125
V2	70	160	173	173	176	178	112	119	134	128	123
V3	71	155	167	169	172	174	103	116	113	123	125
V4	68	170	185	183	184	187	105	122	130	142	128
V5	55	156	162	167	176	164	84	103	114	112	117
V6	67	162	171	169	168	167	98	108	121	122	137
V7	57	162	186	188	186	195	110	119	119	122	124
V8	69	174	188	193	192	197	110	119	129	129	125
V9	67	152	165	165	170	174	101	110	113	157	138
V10	69	171	191	189	185	191	122	133	133	131	114
V11	67	163	177	182	185	185	117	138	117	129	124
V12	53	166	176	186	182	180	125	111	117	121	112

Os dados estão apresentados como valores médios de cada estágio. Voluntários 1 a 6 são do sexo feminino e 7 a 12 são do sexo masculino. CON: controle. PS1: protetor solar 1. PS2: protetor solar 2. O voluntário 7 não realizou a situação PS1. Não houve coleta dos dados de V6 e V8 no primeiro estágio de exercício da situação CON.

7.4.10 Dados do conforto térmico

Conforto térmico															
km →	CON					PS1					PS2				
	2	4	6	8	10	2	4	6	8	10	2	4	6	8	10
V1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
V2	0	0	0	0	0	1	1	-1	-1	-1	1	1	0	-1	-1
V3	1	2	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	2	2
V4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2
V5	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
V6	0	0	1	1	1	0	1	1	2	2	0	1	1	1	1
V7	0	1	2	2	1	---	---	---	---	---	1	1	1	2	2
V8	0	1	2	2	3	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2
V9	1	2	3	3	3	1	2	2	2	1	1	2	2	2	2
V10	0	1	2	3	3	1	2	3	3	3	1	2	2	3	2
V11	0	0	1	1	1	-1	1	2	1	1	0	1	1	1	1
V12	2	2	2	3	3	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3

Voluntários 1 a 6 são do sexo feminino e 7 a 12 são do sexo masculino. CON: controle. PS1: protetor solar 1. PS2: protetor solar 2. O voluntário 7 não realizou a situação PS1.

7.4.11 Dados do índice de estresse fisiológico

Índice de estresse fisiológico															
Km →	CON					PS1					PS2				
	2	4	6	8	10	2	4	6	8	10	2	4	6	8	10
V1	7,0	7,5	7,6	7,5	7,6	7,5	8,3	8,2	8,0	8,1	7,1	7,8	7,9	7,2	6,9
V2	7,0	6,7	7,2	7,5	7,9	6,8	6,8	7,3	8,7	8,4	6,2	6,5	6,2	6,5	6,6
V3	6,2	7,7	8,2	8,1	7,3	6,6	6,7	7,1	7,2	7,6	6,7	6,6	7,1	7,6	7,8
V4	7,4	8,7	8,9	8,2	8,0	8,0	8,9	9,1	8,7	7,1	7,3	8,4	8,5	8,2	8,3
V5	6,2	7,2	7,8	7,5	7,6	6,2	6,8	8,0	8,4	7,8	6,8	7,2	7,7	7,8	6,0
V6	7,1	8,6	9,1	8,7	8,5	6,9	8,0	7,8	7,6	7,3	7,9	9,4	9,1	9,4	8,1
V7	5,7	6,3	6,7	6,9	7,1	---	---	---	---	---	6,9	7,2	8,3	8,4	7,7
V8	9,2	10,8	10,8	12,2	12,0	7,0	8,8	9,3	12,4	11,9	8,3	10,6	12,0	11,9	13,6
V9	6,0	6,3	8,6	7,8	5,9	6,0	6,8	7,5	7,3	7,6	8,2	7,6	8,6	8,9	9,9
V10	7,6	8,9	10,1	9,7	9,7	7,3	8,5	9,3	9,1	9,5	8,0	9,3	10,2	10,7	10,4
V11	5,9	6,7	11,5	9,3	10,3	6,8	7,6	8,6	9,3	9,0	---	---	---	---	---
V12	6,7	7,6	8,3	8,5	8,2	5,5	6,5	9,3	9,0	8,9	7,0	7,2	8,4	8,5	8,4

Voluntários 1 a 6 são do sexo feminino e 7 a 12 são do sexo masculino. CON: controle. PS1: protetor solar 1. PS2: protetor solar 2. O voluntário 7 não realizou a situação PS1. Não foi possível realizar o cálculo do voluntário 11 na situação PS2 pois não foi medida a temperatura retal.

7.4.12 Dados da taxa de armazenamento de calor

Taxa de armazenamento de calor ($W.m^{-2}.min^{-1}$)															
Km →	CON					PS1					PS2				
	2	4	6	8	10	2	4	6	8	10	2	4	6	8	10
V1	0,50	0,65	-0,03	0,12	0,50	1,18	1,01	0,12	-0,64	-0,80	1,24	0,21	-0,24	-0,26	-0,34
V2	1,89	-0,45	0,08	-0,26	-0,13	2,18	-1,26	-0,77	1,07	-0,33	-1,12	1,23	-0,43	0,39	0,00
V3	0,94	1,94	-0,77	-0,03	-0,07	1,67	0,13	0,03	1,72	0,42	0,14	0,01	-0,09	1,03	-0,57
V4	1,53	1,85	-0,07	-0,33	0,08	1,71	0,89	0,81	0,14	-1,69	1,35	1,72	0,47	-0,26	-0,48
V5	1,46	0,77	1,17	-0,62	0,22	1,62	1,98	0,54	0,05	-0,54	1,83	2,34	-0,04	0,11	-2,88
V6	2,44	1,83	-0,15	0,18	-0,26	2,62	1,31	0,83	0,13	-0,43	2,68	1,38	0,18	0,72	-1,04
V7	0,23	0,95	0,74	-0,27	0,44	---	---	---	---	---	1,48	0,23	1,29	0,29	-0,75
V8	4,40	2,46	0,56	1,76	0,58	1,69	2,44	0,13	2,89	-1,49	1,08	2,24	0,69	0,34	0,54
V9	2,11	0,39	4,68	-0,31	-4,58	0,94	2,78	-0,59	-0,76	0,62	2,88	0,38	-0,18	1,40	1,56
V10	1,43	4,12	0,88	0,33	1,60	2,45	3,39	-0,08	1,04	1,41	1,90	3,61	1,61	0,31	-0,82
V11	0,10	-0,05	2,56	-0,44	1,41	0,17	1,14	1,80	-0,98	0,84	-2,22	1,11	-1,11	0,32	0,54
V12	1,24	2,60	0,64	-0,02	-0,02	-0,34	1,45	3,13	-0,41	1,48	0,93	-0,36	2,32	-0,31	-2,16

Voluntários 1 a 6 são do sexo feminino e 7 a 12 são do sexo masculino. CON: controle. PS1: protetor solar 1. PS2: protetor solar 2. O voluntário 7 não realizou a situação PS1.

7.4.13 Dados do gasto energético

Gasto energético ($Kcal.h^{-1}$)															
Km →	CON					PS1					PS2				
	2	4	6	8	10	2	4	6	8	10	2	4	6	8	10
V1	578	574	567	558	559	603	580	550	559	582	596	599	568	558	554
V2	613	629	642	653	654	631	644	659	659	675	657	655	645	648	655
V3	682	704	682	675	662	665	667	674	681	652	645	645	664	676	673
V4	655	639	607	580	582	622	624	597	600	614	624	601	571	560	559
V5	715	697	677	700	691	675	672	670	660	650	675	669	675	697	665
V6	716	713	711	671	706	760	746	704	664	688	709	712	686	660	634
V7	876	886	850	843	816						908	945	917	887	855
V8	1064	1034	1019	992	901	1062	1047	1033	988	1130	1078	990	972	951	963
V9	1132	1106	1047	1009	1052	1130	1088	1019	1048	1079	1104	1088	1046	1017	1082
V10	1146	1161	1098	1055	1209	1096	1130	1063	1063	1092	1107	1140	1053	1023	1095
V11	1099	1159	1178	1176	1158	1204	1093	1136	1125	1074	1166	1167	1120	1153	1147
V12	953	988	1001	990	978	945	959	1016	997	1037	969	1056	1036	1020	982

Voluntários 1 a 6 são do sexo feminino e 7 a 12 são do sexo masculino. CON: controle. PS1: protetor solar 1. PS2: protetor solar 2. O voluntário 7 não realizou a situação PS1.

7.4.14 Dados da ingestão de água

Ingestão de água (L)												
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12
CON	0,50	0,86	0,86	0,75	0,50	0,44	0,50	1,00	1,13	0,85	0,50	0,93
PS1	0,65	0,76	0,38	1,00	0,79	0,75	---	0,93	0,50	0,81	0,50	0,63
PS2	0,69	0,64	0,32	0,50	0,75	0,63	0,49	1,00	0,90	0,82	0,58	0,64

Voluntários 1 a 6 são do sexo feminino e 7 a 12 do sexo masculino. CON: controle. PS1: protetor solar 1. PS2: protetor solar 2. O voluntário 7 não realizou a situação PS1.

7.4.15 Dados das condições ambientais

Estresse térmico - IBUTG														
			0	10	20	30	40	50	60	70	80	100	110	120
Grupo 1	1º dia	V4 PS1 V5 CON V6 PS2	23	23,2	22,2	22,4	20,7	20,5	23	22,8	22,2	20,1	19,9	
	2º dia	V4 PS2 V5 PS1 V6 CON	22,1	23,4	22,7	23,1	23	19,5	19,6	19,6	19,4			
	3º dia	V4 CON V5 PS2 V6 PS1	21,2	19,7	19,7	21,7	19,3	21,6	21,4	20,5				
Grupo 2	1º dia	V7 PS2 V8 PS1 V9 CON	20	21,5	22,8	21,8	22,3	23	22,9	21,9	22,3	22,9	22,3	24
	2º dia	V7 PS1 V8 CON V9 PS2	24,3	23,4	22,9	22,4	22,8	22,5	23,1	22,8	23,4	24,1	23,9	23,8
	3º dia	V7 CON V8 PS2 V9 PS1	22,6	23,3	23,9	23,5	23,6	24,4	24,1	24,5	24,2			
Grupo 3	1º dia	V10 PS2 V11 PS1 V12 CON	27,9	26,7	25,3	27,6	26,3	26,5	24,9	26,7	27,4	26,5	26,1	24,3
	2º dia	V10 CON V11 PS2 V12 PS1	25,8	27,3	25,9	25,8	25,2	25,6	25,5	25,5	25,6	24,7	24,8	
	3º dia	V10 PS1 V11 CON V12 PS2	29,6	28,4	29,7	28,8	27,3	26,6	27,7	28,6				
Grupo 4	1º dia	V13 PS2 V14 CON V15 PS1	24	24,5	23,9	23,6	24,7	24,9	24,5	24,5	24,2	23,7	26,1	
	2º dia	V13 CON V14 PS1 V15 PS2	23,5	23,5	23,1	23,1	22,6	23,8	23,7	23,2				
	3º dia	V13 PS1 V14 PS2 V15 CON	23,7	25,7	24,9	25,9	25,1	25	25,4	24,7	24,8	25,2		

Grupos 1 e 2 são do sexo feminino e grupos 3 e 4 são do sexo masculino. CON: controle. PS1: protetor solar 1. PS2: protetor solar 2.

			Temperatura seca (°C)											
			0	10	20	30	40	50	60	70	80	100	110	120
Grupo 1	1° dia	V4 PS1 V5 CON V6 PS2	26,5	26,7	27,1	26,9	25,6	25,2	26,8	26,7	26,5	24,8	24,6	
	2° dia	V4 PS2 V5 PS1 V6 CON	24,2	25,1	24,7	26,5	27,1	23,7	24	23,8	23,4			
	3° dia	V4 CON V5 PS2 V6 PS1	23,2	24,5	24,4	24,6	24,7	24,7	25,2	25,5				
Grupo 2	1° dia	V7 PS2 V8 PS1 V9 CON	25,4	25,3	26,9	25,8	25,5	27,4	27,4	27,1	26,8	26,7	26,7	28,0
	2° dia	V7 PS1 V8 CON V9 PS2	26,2	23,7	24,3	25,5	25,9	25,1	26,5	25,8	25	25,5	27	27,1
	3° dia	V7 CON V8 PS2 V9 PS1	24,6	25,3	27,2	25,7	26,6	28,5	26,9	26,7	28			
Grupo 3	1° dia	V10 PS2 V11 PS1 V12 CON	26,8	29,8	27,1	30,5	28,1	29,1	28,2	31,5	32,4	31,1	31,5	29,6
	2° dia	V10 CON V11 PS2 V12 PS1	32,2	33	31,1	31,7	30,2	32	31,2	31,6	31,3	30,1	32,2	
	3° dia	V10 PS1 V11 CON V12 PS2	33,7	31,8	34,5	30,6	30,7	29,5	31,5	33,2				
Grupo 4	1° dia	V13 PS2 V14 CON V15 PS1	28,9	29,5	29	29,2	28,5	30,3	29,3	29,1	30,6	29,3	31,6	
	2° dia	V13 CON V14 PS1 V15 PS2	28,2	29,7	28,1	27,6	28,2	29	31,1	30,3				
	3° dia	V13 PS1 V14 PS2 V15 CON	27,5	29,8	29,2	30,7	28,1	28	28,3	29,1	30,7	29,5		

Grupos 1 e 2 são do sexo feminino e grupos 3 e 4 são do sexo masculino. CON: controle. PS1: protetor solar 1. PS2: protetor solar 2.

			Temperatura de globo (°C)											
			0	10	20	30	40	50	60	70	80	100	110	120
Grupo 1	1° dia	V4 PS1 V5 CON V6 PS2	37,4	33,3	35,4	33,7	29,3	26,8	33,9	34	32,7	29,1	29,4	
	2° dia	V4 PS2 V5 PS1 V6 CON	34,4	38,4	36,8	36,2	35,7	26,6	25,7	25,9	25			
	3° dia	V4 CON V5 PS2 V6 PS1	29,7	29,7	29,7	28,4	26,7	28,7	32,6	33,1				
Grupo 2	1° dia	V7 PS2 V8 PS1 V9 CON	32,8	34,5	37,5	35,2	36,4	37,1	37,2	36	37,4	39,1	37,2	40,7
	2° dia	V7 PS1 V8 CON V9 PS2	36,3	37	34,9	32,9	34,1	33,9	34,3	33,7	36,1	37,4	36,9	36,5
	3° dia	V7 CON V8 PS2 V9 PS1	33,6	34,9	35,5	35,7	34,7	36,7	36,2	38,8	35,6			
Grupo 3	1° dia	V10 PS2 V11 PS1 V12 CON	34,8	41,6	38,6	43,7	40,2	41,3	35,4	39	41,9	38,4	37,1	33,8
	2° dia	V10 CON V11 PS2 V12 PS1	41,4	45,1	39,8	41	40,1	39,2	39,6	39,8	39,6	38,8	38,1	
	3° dia	V10 PS1 V11 CON V12 PS2	43,4	40,3	43	43,2	38,9	35,7	37,4	40,6				
Grupo 4	1° dia	V13 PS2 V14 CON V15 PS1	37,6	40	39,2	38,8	40	40,7	39,5	40,4	38,7	37,7	42,5	
	2° dia	V13 CON V14 PS1 V15 PS2	39	39,7	39	39,1	38,9	39,9	38,4	38,6				
	3° dia	V13 PS1 V14 PS2 V15 CON	28,6	38,5	37,5	40,7	38,9	38,3	39,7	39,7	37,7	39,9		

Grupos 1 e 2 são do sexo feminino e grupos 3 e 4 são do sexo masculino. CON: controle. PS1: protetor solar 1. PS2: protetor solar 2.

			Umidade relativa do ar (%)											
			0	10	20	30	40	50	60	70	80	100	110	120
Grupo 1	1º dia	V4 PS1 V5 CON V6 PS2	47	50	41	47	46	50	50	50	47	50	50	
	2º dia	V4 PS2 V5 PS1 V6 CON	56	57	54	47	47	53	53	53	55			
	3º dia	V4 CON V5 PS2 V6 PS1	65	39	43	63	44	60	38	40				
Grupo 2	1º dia	V7 PS2 V8 PS1 V9 CON	44	44	44	43	49	41	41	36	38	44	41	40
	2º dia	V7 PS1 V8 CON V9 PS2	61	69	62	54	51	57	52	51	60	61	52	50
	3º dia	V7 CON V8 PS2 V9 PS1	60	57	50	58	56	46	56	56	48			
Grupo 3	1º dia	V10 PS2 V11 PS1 V12 CON	62	50	58	51	56	52	53	44	41	45	41	44
	2º dia	V10 CON V11 PS2 V12 PS1	32	33	38	37	39	35	36	37	36	37	30	
	3º dia	V10 PS1 V11 CON V12 PS2	51	54	47	59	56	58	57	50				
Grupo 4	1º dia	V13 PS2 V14 CON V15 PS1	33	32	31	26	33	30	33	33	29	33	30	
	2º dia	V13 CON V14 PS1 V15 PS2	37	32	34	40	32	33	27	28				
	3º dia	V13 PS1 V14 PS2 V15 CON	62	47	43	40	51	51	51	43	38	42		

Grupos 1 e 2 são do sexo feminino e grupos 3 e 4 são do sexo masculino. CON: controle. PS1: protetor solar 1. PS2: protetor solar 2.

			Velocidade do vento (m.s ⁻¹)											
			0	10	20	30	40	50	60	70	80	100	110	120
Grupo 1	1º dia	V4 PS1 V5 CON V6 PS2	0,9	1,6	1,0	1,1	0,8	0,6	0,4	0,9	0,9	1,4	1,1	1,2
	2º dia	V4 PS2 V5 PS1 V6 CON	0,6	1,1	0,7	0,9	1,3	0,6	0,6	0,6	0,3			
	3º dia	V4 CON V5 PS2 V6 PS1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,6	1,4	0,9	1,9				
Grupo 2	1º dia	V7 PS2 V8 PS1 V9 CON	1,8	0,5	1,9	1,5	1,0	0,9	1,6	1,8	1,0	1,5	0,5	1,4
	2º dia	V7 PS1 V8 CON V9 PS2	0,9	0,8	1,3	1,2	0,6	1,0	1,3	0,7	1,2			
	3º dia	V7 CON V8 PS2 V9 PS1	1,3	0,9	1,1	1,1	1,1	0,9	0,8	1,1				
Grupo 3	1º dia	V10 PS2 V11 PS1 V12 CON	0,4	0,7	0,4	0,6	0,5	0,5	0,4	0,7	0,9	1,0	1,1	0,5
	2º dia	V10 CON V11 PS2 V12 PS1	0,9	1,0	1,3	1,2	1,2	1,3	0,6	1,0	1,5	1,1	0,9	1,4
	3º dia	V10 PS1 V11 CON V12 PS2	0,5	0,7	0,4	0,9	0,8	0,5	0,1	0,7				
Grupo 4	1º dia	V13 PS2 V14 CON V15 PS1	0,5	0,8	0,5	0,5	0,7	0,6						
	2º dia	V13 CON V14 PS1 V15 PS2	1,0	1,2	0,3	1,2	1,7	1,2	1,5					
	3º dia	V13 PS1 V14 PS2 V15 CON	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	1,2	1,2	1,9	1,1			

As medidas da velocidade do vento foram realizadas a cada 2 minutos. Os dados estão apresentados como média de cada 10 minutos. Grupos 1 e 2 são do sexo feminino e grupos 3 e 4 são do sexo masculino. CON: controle. PS1: protetor solar 1. PS2: protetor solar 2.

Luminosidade												
Grupo 1			Grupo 2			Grupo 3			Grupo 4			
1º dia	2º dia	3º dia	1º dia	2º dia	3º dia	1º dia	2º dia	3º dia	1º dia	2º dia	3º dia	
	V4 PS1 V5 CON V6 PS2	V4 PS2 V5 PS1 V6 CON	V4 CON V5 PS2 V6 PS1	V7 PS2 V8 PS1 V9 CON	V7 PS1 V8 CON V9 PS2	V7 CON V8 PS2 V9 PS1	V10 PS2 V11 PS1 V12 CON	V10 CON V11 PS2 V12 PS1	V10 PS1 V11 CON V12 PS2	V13 PS2 V14 CON V15 PS1	V13 CON V14 PS1 V15 PS2	V13 PS1 V14 PS2 V15 CON
0	190	160	248	870	798	540	1267	1365	1470	1956	1182	602
5	194	308	153	871	795	522	1737	1366	1230	1761	1165	650
10	136	287	138	875	791	553	1683	1355	1217	1747	1164	655
15	138	281	152	896	774	570	1436	1331	1410	1753	1150	666
20	131	292	181	900	806	567	1631	1325	1442	1758	1125	651
25	103	272	136	924	807	564	1626	1299	1418	1773	1107	665
30	135	271	140	917	820	580	1611	1301	1360	1791	1042	622
35	132	285	180	928	817	585	1568	1293	1220	1794	1143	696
40	145	276	188	935	804	586	1608	1277	1324	1790	1128	634
45	135	250	100	935	804	585	1597	1270	1145	1832	1130	639
50	130	248	167	945	800	572	1553	1254	1143	1780	1094	636
55	130	243	197	953	800	583	1140	1236	1165	1808	1070	
60	163	258	161	957	750	583	1516	1226	1287	1790	1057	
65	185	258	171	957	733	590	1397	1220	1258	1752	1040	
70	182	246	196	960	705	595	1408	1203	1197	1783		
75	163	244	133	967	750	567	1396	1200	1205	1690		
80	146	240		1188	700	570	1370	1176		1710		
85	158	244		1200	693	561	1372	1168		1658		
90	162			1221	923		1346	1184				
95	125			1209	1100		1317	1404				
100	120			1206	1200		1306	1375				
105				1236	1234		1275					
110				1234	1213		1267					
115				1190			1130					
120				1210			1141					

Grupos 1 e 2 são do sexo feminino e grupos 3 e 4 são do sexo masculino. CON: controle. PS1: protetor solar 1. PS2: protetor solar 2.

7.5 Resultados da familiarização

7.5.1 Resultados da velocidade de corrida

	Velocidade média (km.h ⁻¹)	Velocidade em cada estágio (km.h ⁻¹)				
		2 km	4 km	6 km	8 km	10 km
V1	10,52 ± 0,45	10,95	10,56	10,37	10,31	10,41
V2	10,38 ± 0,65	10,49	10,57	10,45	10,23	10,14
V3	10,56 ± 0,47	10,54	10,10	10,60	10,79	10,77
V4	9,70 ± 0,72	10,49	9,79	9,64	8,90	---
V5	13,14 ± 1,48	13,98	13,66	12,66	12,76	12,61
V6	11,46 ± 1,27	12,55	11,79	10,84	10,48	11,66
V7	13,66 ± 2,87	14,99	16,69	12,02	11,79	12,81
V8	11,03 ± 1,41	13,21	11,53	10,37	9,97	10,04
V9	14,91 ± 1,87	16,51	15,09	14,47	13,46	15,03
V10	14,95 ± 0,98	16,18	15,47	14,29	14,21	14,62
V11	15,36 ± 0,74	14,72	15,19	15,46	15,61	15,82
V12	14,33 ± 0,82	13,88	14,08	14,77	13,86	15,05

Dados da velocidade média estão apresentados como média ± desvio padrão. Voluntários 1 a 6 são do sexo feminino e 7 a 12 são do sexo masculino. O voluntário 4 não realizou o último estágio.

7.5.2 Resultados da taxa de sudorese

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12
TOTAL	1,08	4,68	7,86	2,23	10,80	6,35	7,18	4,95	6,79	8,48	9,70	7,91
Testa	5,70	12,63	10,54	---	17,24	26,34	12,41	29,72	39,37	---	6,15	38,98
Braço	3,98	6,28	5,51	---	7,35	8,71	14,75	9,05	16,24	11,54	16,42	23,57
Coxa	1,90	---	1,45	---	4,98	6,29	6,09	7,35	8,39	---	10,96	14,47

Dados da taxa de sudorese total em g.m⁻².min⁻¹ e da taxa de sudorese local em mg.cm⁻².min⁻¹. Voluntários 1 a 6 são do sexo feminino e 7 a 12 são do sexo masculino. V4 não realizou medida da sudorese local na familiarização. Devido à problemas metodológicos que ocorreram durante os experimentos, não foi possível calcular a taxa de sudorese local na coxa dos voluntários 2 e 10 e da testa do voluntário 10.

7.5.3 Resultados das temperaturas corporais

Temperatura (°C)																		
V	retal						testa						peito					
	0	2	4	6	8	10	0	2	4	6	8	10	0	2	4	6	8	10
	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km
1	37,9	38,5	38,9	39,1	39,0	39,0	36,9	36,3	37,1	36,6	37,0	36,7	35,3	33,4	32,9	33,4	34,1	32,2
2	37,5	38,1	38,6	38,6	38,5	38,5	35,0	33,3	33,4	33,2	32,9	30,1	32,9	29,7	29,6	29,8	30,8	29,7
3	37,2	38,2	38,4	38,5	38,6	38,6	35,1	33,3	33,6	35,4	34,9	35,6	35	32,5	32,8	32,4	34,1	32,3
4	---	---	---	---	---	---	37,0	36,6	32,8	34,7	35,6	---	34,2	33,2	31,6	33,5	34,9	---
5	37,2	38,2	38,5	38,2	38,7	38,4	35,5	32,9	32,1	32,8	34,6	31,0	33,4	28,7	29,3	29,5	31,6	31,5
6	37,4	38,5	39,2	39,1	38,9	38,9	34,6	32,0	33,5	34,4	34,1	35,3	31,8	29,3	30,6	32,3	32,3	33,4
7	37,6	38,1	38,7	38,8	38,7	38,7	33,9	33,9	33,6	31,9	33,4	33,0	35,2	33,5	33,2	32,5	32,5	31,4
8	38,0	38,7	39,5	39,4	39,4	39,3	35,3	33,2	32,2	28,9	31,1	30,9	33,5	33	31,8	30,5	31,6	31
9	37,3	36,9	38,3	38,7	38,7	38,6	34,1	31,5	36,0	34,2	30,9	31,5	34,2	31,3	33,7	32,2	31,9	30,1
10	---	---	---	---	---	---	34,5	29,8	33,7	31,5	32,0	28,8	31	30,8	33,5	33,3	33,3	30,6
11	---	---	---	---	---	---	33,8	34,3	32,1	34,1	34,0	34,0	32,3	28,9	31,6	29,4	30,8	30,3
12	---	---	---	---	---	---	33,9	31,9	31,0	32,4	33,1	32,3	31,3	29,6	29,3	27,2	29,9	28,2

V	braço						coxa						perna					
	0	2	4	6	8	10	0	2	4	6	8	10	0	2	4	6	8	10
	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km	km
1	33,3	34,9	35,7	35,6	35,4	35,6	35,2	32,9	33,4	32,5	33,7	32,2	34,7	34,3	33,5	33,7	33,5	33,8
2	33	33,1	33	33,7	32,1	31,2	33,9	30,8	30,8	31,8	32,2	30,9	36,5	31	31,1	31,5	30,8	31,5
3	32,6	34,2	34,1	35	33,7	33,3	31,8	33,4	33,7	32,7	32	29,6	34,6	33,6	33,3	32,9	32,5	31,3
4	34,1	32,9	35,1	34,8	35,8	---	32,3	32,5	33,4	34,2	34,3	---	32,5	33,2	34,2	35	33,5	---
5	28,6	29,6	31,8	31,5	34,1	32,9	29,4	29,3	28,9	30,1	31,8	30,4	31,2	30,1	29,6	30,5	31,9	31,9
6	29,2	26,5	33,3	34,7	33,5	34,8	30,7	30,2	32,2	33	33,3	32,3	31,7	31	31	32,9	31,2	33,2
7	34,8	33,6	33,3	32,7	33	31,5	33,2	32,7	32,8	32,6	33,7	31,3	34,1	32,2	33,6	33,1	33,8	31,8
8	33,9	32,4	31,9	30,7	32	30,5	31,7	33,9	32,4	31,9	31,9	32,1	33,4	33,4	35	33	31,5	31,8
9	31,8	32,7	33,4	34,8	32,3	32,6	31,7	31,4	33,4	32,7	31,8	31,9	33,8	32,1	33	35,3	33	34
10	29,5	29,4	31,2	29,6	32	30,6	31,7	30,6	30,4	31,2	33,1	30,7	33,1	30,5	31,7	32,3	32,9	30,5
11	32,1	31	32,5	30,4	31,8	31,9	31,7	31,8	32,1	29,9	29,5	30,4	31,7	31,1	30,4	29,8	31,6	31,9
12	30,6	32,3	30,8	30,9	29,9	30,9	30,4	29	29,9	27,3	28,4	28,4	32,3	32,5	30,8	30,2	31,8	28,8

Voluntários 1 a 6 são do sexo feminino e 7 a 12 são do sexo masculino. O voluntário 4 não realizou o último estágio. Os voluntários 4, 10, 11 e 12 não utilizaram a sonda retal.

7.5.4 Resultados da frequência cardíaca

	Exercício					Pausa					
	0	2	4	6	8	10	2	4	6	8	10
V1	85	182	191	194	191	191	143	158	153	151	141
V2	95	168	180	183	184	183	124	126	132	131	127
V3	72	160	169	174	178	176	112	120	133	127	122
V4	78	183	186	187	187	---	118	134	128	128	141
V5	70	154	168	170	170	170	98	117	117	132	111
V6	78	162	178	173	173	175	111	121	127	123	118
V7	61	186	189	181	182	183	113	117	112	114	128
V8	70	192	195	195	194	192	125	136	143	140	139
V9	60	161	163	159	161	159	112	105	108	105	104
V10	78	175	190	187	188	191	135	132	130	132	120
V11	84	161	177	182	183	189	111	123	128	130	132
V12	51	156	170	177	172	177	106	102	106	104	104

Os dados estão apresentados como valores médios de cada estágio. Voluntários 1 a 6 são do sexo feminino e 7 a 12 são do sexo masculino. O voluntário 4 não realizou o último estágio.

7.5.5 Resultados da percepção subjetiva do esforço e do conforto térmico

km →	PSE					Conforto térmico				
	2	4	6	8	10	2	4	6	8	10
V1	11	14	15	16	16	0	1	1	1	1
V2	13	15	16	16	17	0	0	0	0	-1
V3	11	13	13	15	17	0	1	1	1	0
V4	13	15	17	17	---	2	0	3	3	---
V5	11	14	14	14	15	0	0	0	0	1
V6	12	15	15	16	17	2	2	2	2	2
V7	13	13	15	13	13	1	0	1	1	1
V8	12	13	15	13	13	0	1	1	1	1
V9	15	16	17	18	15	2	2	3	3	2
V10	15	16	17	17	19	0	1	1	1	2
V11	14	14	15	14	16	0	1	1	1	1
V12	17	17	18	18	18	1	1	1	1	1

Voluntários 1 a 6 são do sexo feminino e 7 a 12 são do sexo masculino. O voluntário 4 não realizou o último estágio.

7.5.6 Resultados do IEF e da taxa de armazenamento de calor

km →	IEF					Taxa de armazenamento de calor				
	2	4	6	8	10	2	4	6	8	10
V1	7,4	8,6	9,5	9,3	9,2	1,079	0,867	0,415	0,083	-0,399
V2	7,2	8,0	8,5	8,0	8,1	-0,122	1,162	0,351	-0,511	-0,297
V3	7,3	7,1	7,5	8,1	8,1	2,257	0,505	0,265	0,214	-1,010
V4	---	---	---	---	---	-0,279	0,308	0,435	0,221	---
V5	6,9	7,3	6,9	8,1	7,5	1,815	1,391	-0,532	2,783	-1,218
V6	7,5	9,3	9,2	8,5	8,4	1,620	3,723	0,800	-0,821	0,490
V7	7,2	8,2	8,7	8,2	8,1	0,585	2,093	0,050	0,119	-1,464
V8	8,4	10,8	10,5	10,6	10,1	2,512	1,894	-1,119	0,384	-0,708
V9	3,7	6,7	7,7	7,6	7,5	-2,598	6,496	1,542	-1,116	-0,506
V10	---	---	---	---	---	-0,847	1,525	-0,236	1,095	-2,016
V11	---	---	---	---	---	-1,361	1,130	-1,838	1,115	0,121
V12	---	---	---	---	---	-0,204	-0,603	-1,130	0,903	-0,737

Voluntários 1 a 6 são do sexo feminino e 7 a 12 são do sexo masculino. O voluntário 4 não realizou o último estágio. Não foi possível realizar o cálculo do IEF dos voluntários 4, 10, 11 e 12 pois a temperatura retal não foi medida.

7.5.7 Resultados da ingestão de água e da densidade da urina

	Ingestão de água (L)	Densidade da urina	
		PRÉ	PÓS
V1	0,68	1002	1016
V2	1,01	1020	1028
V3	0,34	1006	1010
V4	0,89	1010	1008
V5	0,64	1008	1020
V6	0,51	1012	1016
V7	0,48	1014	1012
V8	0,59	1014	1016
V9	1,01	1020	1010
V10	0,94	1026	1024
V11	0,51	1022	1018
V12	0,51	1012	1018

Voluntários 1 a 6 são do sexo feminino e 7 a 12 são do sexo masculino.
PRÉ: antes do exercício. PÓS: após o exercício.

7.5.8 Resultados das condições ambientais

	IBUTG	Temperatura seca (°C)	Temperatura de globo (°C)	URA (%)	Velocidade do vento (m.s ⁻¹)	Luminosidade
V4 - V5 - V6	23,0 ± 1,1	28,9 ± 1,2	34,9 ± 3,6	37 ± 3	0,9 ± 0,5	129,8 ± 68,6
V8 - V9	22,4 ± 0,8	24,9 ± 1,4	35,8 ± 1,7	57 ± 6	1,1 ± 1,0	976,9 ± 10,9
V10 - V11 - V12	23,2 ± 0,5	27,9 ± 0,6	35,6 ± 1,4	43 ± 3	1,7 ± 1,0	729,0 ± 154,6
V13 - V14 - V15	21,4 ± 0,5	25,1 ± 1,5	33,8 ± 0,7	50 ± 9	2,7 ± 1,4	1257,9 ± 14,1
V7	24,4 ± 0,7	29,6 ± 0,9	39,6 ± 1,4	31 ± 1	0,6 ± 0,5	1773,7 ± 62,1

Voluntários 1 a 6 são do sexo feminino e 7 a 12 são do sexo masculino. IBUTG: Índice de bulbo úmido e temperatura de globo. URA: umidade relativa do ar.