

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL

Leonardo Gomes Martins Coelho

**RASPAR A CABEÇA AUMENTA O ESTRESSE FISIOLÓGICO
EM HOMENS DURANTE EXERCÍCIO SOB O SOL**

Belo Horizonte
2008

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL

Leonardo Gomes Martins Coelho

**RASPAR A CABEÇA AUMENTA O ESTRESSE FISIOLÓGICO EM
HOMENS DURANTE EXERCÍCIO SOB O SOL**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Ciências do Esporte da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito final para obtenção do título de Mestre em Ciência do Esporte.

Área de Concentração: Treinamento Esportivo

Orientador: Prof. Dr. Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues
Co-Orientador: Prof. Dr. Luciano Sales Prado

Belo Horizonte
2008



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA FISIOTERAPIA E
TERAPIA OCUPACIONAL**

**Centro de Excelência em Treinamento Esportivo
Laboratório de Fisiologia do Exercício – LAFISE**

Programa de Pós-graduação em Ciências do Esporte

Dissertação intitulada: **RASPAR A CABEÇA AUMENTA O ESTRESSE FISIOLÓGICO
EM HOMENS DURANTE EXERCÍCIO SOB O SOL**

Prof. Dr. João Carlos Dias
(Uni-BH)

Prof. Dr. Eduardo de Campos Valadares
(UFMG – Departamento de Física)

Prof. Dr. Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues
(orientador)

Prof. Dr. Luciano Sales Prado
(co-orientador)

Belo Horizonte
2008

Dedicatória

Dedico este estudo a meus pais, Jésus e Marci, pelo incentivo e amor prestados em todos os momentos da minha vida.

As minhas irmãs, Aline e Arielle, por existirem.

A minha namorada, pelo carinho e atenção despedida em minhas confissões.

E a meus amigos, que completam as riquezas da minha vida.

Agradecimentos

Foram muitos, os que me ajudaram a concluir este trabalho.
Meus sinceros agradecimentos...

...ao professor e orientador Dr. Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues, que acreditou na minha capacidade e no qual tenho profunda admiração.

...ao professor Dr. Luciano Sales Prado, que além de ser um grande professor e orientador é também um grande amigo.

...ao professor Dr. Mauro Heleno Chagas, pelo apoio e incentivo constante.

...ao professor Dr. Nilo Resende Viana Lima, pelas contribuições na minha formação e pela torcida contra a chuva, ao Dr. Emerson Silami Garcia e Dr. Danusa Dias Soares, pelas sugestões e conversas informais. E também a todos os professores do mestrado.

...aos professores Dr. Eduardo de Campos Valadares e Dr. João Carlos Dias, por aceitar nosso convite para compor a banca examinadora deste trabalho.

...aos companheiros de mestrado, pela amizade e parceria na profissão.

...aos meus amigos e companheiros de LAFISE (todos sem exceção). Aos membros do Laboratório, Kenya, Luciana, Ivana, Flávio e Carol, nos quais não tive oportunidade de conhecê-los profundamente, mas sei que torceram por mim, pois dividimos angústias semelhantes.

...a Cida, pela paciência, amizade e ensinamentos.

...aos meus competentíssimos ajudantes Renata, Michele e Felipe, e a todos que me ajudaram durante as coletas. Espero também ter ajudado-lhes de alguma forma.

...aos meus voluntários, pela tolerância e valorização da ciência.

...ao meu braço direito nesta caminhada João Batista Ferreira Junior e aos meus dois braços esquerdos, Diego Alcântara Borba e Ângelo Ruediger Pisani Martini.

...aos meus grandes amigos de graduação, principalmente Frank, Evandro e Rodrigo.

...aos órgãos de fomento, CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Crenças à parte, agradeço a Deus, por me presentear com a vida, ressaltando aqui que há lugar suficiente em meu coração para Deus e meu Orientador.

E por último, agradeço a você que vai ler esta dissertação ou está apenas curioso para saber a quem eu agradeço. Um grande e carinhoso abraço!

Epígrafe

**A melhor maneira de ter uma boa idéia
é ter várias idéias.**

Linus Pauling

**O segredo é não correr atrás das
borboletas... É cuidar do jardim para
que elas venham até você.**

Mário Quintana

Resumo

O objetivo do presente estudo consistiu em testar a hipótese de que o cabelo humano poderia representar uma barreira à radiação solar, permitindo menores índices fisiológicos de estresse térmico durante o exercício num ambiente quente sob o sol. Participaram deste estudo 10 voluntários do sexo masculino, habitantes de região tropical, sadios e aptos para a prática de exercícios físicos ($25,1 \pm 2,5$ anos de idade; $176,2 \pm 4,0$ cm de estatura; $73,7 \pm 6,7$ kg de massa corporal; VO_{2max} de $56,2 \pm 5,3$ mL·kg⁻¹·min⁻¹). Foram incluídos na amostra indivíduos possuidores de cabelos crespos ou encaracolados que iniciaram a pesquisa com uma camada de cabelo de no mínimo três centímetros de espessura, medido na região central. Os voluntários participaram de três sessões experimentais. No primeiro dia, após a caracterização antropométrica, realizaram o teste para medida da capacidade aeróbica. Após um intervalo de dois dias do primeiro comparecimento os indivíduos iniciaram o protocolo que contou com mais duas situações experimentais, compostas por exercício contínuo em esteira rolante com uma hora de duração e intensidade a 50% do VO_{2max} . A inclinação da esteira foi mantida em 1% durante todo o protocolo. Primeiro exercício: em ambiente externo sob o Sol, com o cabelo natural dentro das dimensões especificadas. Segundo exercício: voluntários tiveram o cabelo totalmente raspado e repetiram o exercício sob o sol. Os protocolos foram separados por no mínimo dois dias e no máximo uma semana. O estresse térmico ambiental foi medido através do Índice de Bulbo Úmido e Temperatura de Globo (IBUTG) em °C. e usado como co-variável sempre que necessário. Foi medido o Índice de Estresse Fisiológico (IEF), temperatura retal, frequência cardíaca (FC) e taxa de sudorese total. Os resultados demonstraram maior IEF (ANCOVA, $F = 5,222$, $p = 0,035$), maior delta da FC (ANCOVA, $F = 29,009$, $p = 0,0001$) e maior taxa de sudorese total ($7,08 \pm 0,25$ vs. $7,67 \pm 0,26$, $p = 0,03$) na situação com cabelos raspados. Portanto, raspar cabeça aumentou o índice de estresse fisiológico, a variação da frequência cardíaca e a taxa de sudorese total.

Palavras-chave: exercício, calor, termorregulação, cabelo, evolução humana.

Abstract

The purpose of the present study was to test the theory that human hair could represent a barrier to solar radiation, allowing minor physiological indices of heat stress during exercise in a hot environment under the sun. Participated in this study 10 male volunteers, inhabitants of tropical region, healthy and fit for the practice of physical exercises ($25,1 \pm 2,5$ years old; $176,2 \pm 4,0$ cm of height; $73,7 \pm 6,7$ kg of weight; $VO_{2max} 56,2 \pm 5,3 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$). They had wavy or spiraled hair with a layer of at least three centimeters in thickness in the central head region. The volunteers participated in three experimental sessions. On the first day, after anthropometric characterization, a test to measure the aerobic capacity was done. After two days of the first meeting, individuals started the protocol which had two more experimental situations, composed continuous exercise in a treadmill with one hour of duration and intensity to 50% of VO_{2max} . The inclination of treadmill was maintained at 1% during the entire protocol. First continuous exercise: in the external environment under the Sun, with the natural hair within the specified dimensions. Second continuous exercise: the volunteers had their hair totally scraped and repeated the exercise under the Sun. The protocols were separated by at least two days and at most a week. The environmental heat stress was measured by the Index of Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) in ° C and used as a co-variable if necessary. A physiological strain index (PSI), rectal temperature, heart rate (HR) and total rate of sweating was measured. The results showed greater PSI (ANCOVA, $F = 5222$, $p = 0,035$), greater delta of HR (ANCOVA, $F = 29009$, $p = 0,0001$) and greater total sweating rate ($7,08 \pm 0,25$ vs. $7,67 \pm 0,26$, $p = 0,30$) in the situation with scraped hair. In conclusion, scratch the head increases the physiological stress index, variation in heart rate and total sweat rate.

Key-words: exercise, heat, thermoregulation, hair, human evolution

Lista de abreviaturas e siglas

IEF	Índice de Estresse Fisiológico
T _{re}	temperatura retal
FC	frequência cardíaca
ASC	Área de Superfície Corporal
MET	taxa metabólica basal
VO ₂ max	consumo máximo de oxigênio
VO ₂	volume de oxigênio consumido
VCO ₂	volume de gás carbônico expelido
IBUTG	Índice de Bulbo Úmido e Temperatura de Globo
PSE	Percepção Subjetiva do Esforço
T _{seca}	temperatura seca
T _{úmida}	temperatura úmida
T _{globo}	temperatura de globo
URA	Umidade Relativa do Ar
T _a	temperatura ambiente
T _{testa}	temperatura da testa
T _{topo}	temperatura do topo da cabeça
T _{queixo}	temperatura do queixo
T _{peito}	temperatura do peito
T _{braço}	temperatura do braço
T _{coxa}	temperatura da coxa
T _{corpo}	temperatura corporal
Σ DC	somatório de dobras cutâneas

Lista de tabelas

TABELA 1 – Características físicas dos voluntários.....34

TABELA 2 – Resultados do teste máximo e velocidade mantida durante o protocolo contínuo..55

TABELA 3 – Caracterização do ambiente nos dois dias experimentais.....47

Lista de figuras

FIGURA 1 – Ilustração da padronização realizada quanto ao grau de anelamento do fio de cabelo dos voluntários.....	33
FIGURA 2 – Fotos de dois voluntários realizando o teste de esforço progressivo para medida do consumo máximo de oxigênio.....	35
FIGURA 3 – Fotos de dois voluntários realizando o exercício contínuo em ambas situações.....	37
FIGURA 4 – Fotos dos aparelhos utilizados para registro do Índice de Bulbo Úmido e Temperatura de Globo (IBUTG), temperatura seca e úmida (psicômetro / higrômetro de mercúrio) e luminosidade (luxímetro) do ambiente em ambas situações.....	38
FIGURA 5 – Fotos da preparação dos voluntários para realização do exercício contínuo.....	39
FIGURA 6 – Fotos da colocação do sensor para medição da temperatura do topo da cabeça e posicionamento do sensor no topo da cabeça durante exercício contínuo em ambas situações.....	40
FIGURA 7 – Fotos do registro da Percepção subjetiva do esforço e conforto térmico dos voluntários durante exercício contínuo.....	41
FIGURA 8 – Foto da preparação da câmara para colocação do papel filtro para medição da taxa de sudorese local na região da coxa e fotos frontais de um voluntário em ambas situações.....	43
FIGURA 9 – Fotos na visão posterior de um voluntário em ambas situações.....	44
FIGURA 10 – Ilustração dos procedimentos realizados.....	45
FIGURA 11 – Temperatura seca ao longo do exercício.....	48
FIGURA 12 – Temperatura úmida ao longo do exercício.....	48
FIGURA 13 – Temperatura de globo ao longo do exercício.....	49
FIGURA 14 – IBUTG ao longo do exercício.....	49
FIGURA 15 – Umidade relativa do ar ao longo do exercício.....	50
FIGURA 16 – Índice de Estresse Fisiológico ao longo do exercício.....	51
FIGURA 17 – Índice de Estresse Fisiológico ao longo do exercício (ANCOVA).....	51
FIGURA 18 – Frequência Cardíaca ao longo do exercício.....	52
FIGURA 19 – Delta da frequência cardíaca ao longo do exercício.....	53
FIGURA 20 – Delta da frequência cardíaca ao longo do exercício (ANCOVA).....	53
FIGURA 21 – Temperatura retal ao longo do exercício.....	54
FIGURA 22 – Delta da temperatura retal ao longo do exercício.....	55
FIGURA 23 – Delta da temperatura retal ao longo do exercício (ANCOVA).....	55

FIGURA 24 – Percepção subjetiva do esforço ao longo do exercício.....	56
FIGURA 25 – Conforto Térmico ao longo do exercício.....	57
FIGURA 26 – Taxa de sudorese total.....	58
FIGURA 27 – Taxa de sudorese local.....	59
FIGURA 28 – Volume de água ingerida.....	60
FIGURA 29 – Temperatura da pele ao longo do exercício (ANCOVA).....	61
FIGURA 30 – Temperatura média da cabeça com ANCOVA.....	62
FIGURA 31 – Temperatura média corporal ao longo do exercício (ANCOVA).....	63
FIGURA 32 – Temperatura do topo da cabeça, da testa e do queixo ao longo do exercício.....	64
FIGURA 33 – Correlação entre a temperatura do topo da cabeça e temperatura de globo.....	65
FIGURA 34 – Correlação entre o IEF médio e IBUTG médio.....	66
FIGURA 35 – Correlação entre o IEF e PSE.....	67

Sumário

1	Introdução.....	15
2	Revisão de Literatura.....	24
2.1	Frequência Cardíaca.....	24
2.2	Temperatura retal.....	25
2.3	Índice de Estresse Fisiológico.....	26
2.4	Taxa de sudorese.....	27
2.5	Percepção Subjetiva do Esforço e Conforto Térmico.....	28
2.6	Índice de Bulbo Úmido e Temperatura de Globo.....	29
3	Objetivo.....	31
4	Métodos.....	32
4.1	Cuidados Éticos.....	32
4.2	Amostra.....	32
4.3	Caracterização antropométrica.....	33
4.4	Delineamento Experimental.....	34
4.5	Testes de esforço progressivo para medida do consumo máximo de oxigênio.....	34
4.5	Exercício contínuo.....	36
4.6	Medidas realizadas.....	38
4.6.1	Temperatura ambiente.....	38
4.6.2	Temperaturas corporais.....	39
4.6.3	Frequência cardíaca, Percepção Subjetiva do Esforço e Conforto Térmico.....	41
4.6.4	Sudorese total.....	42
4.6.5	Sudorese local.....	42
4.6.6	Índice de Estresse Fisiológico.....	43
4.6.7	Estado de hidratação e dieta.....	44
4.7	Análise estatística.....	46
5	Resultados.....	47
5.1	Caracterização do ambiente.....	47
5.2	Índice de Estresse Fisiológico.....	50
5.3	Frequência cardíaca.....	52

5.4	Temperatura retal.....	54
5.5	Percepção subjetiva do esforço e conforto térmico.....	56
5.6	Taxa de sudorese Total.....	58
5.7	Taxa de Sudorese Local.....	59
5.8	Volume de água ingerido.....	60
5.9	Temperatura da pele, temperatura da cabeça e temperatura corporal.....	61
5.10	Correlação entre a Temperatura do topo da cabeça e a temperatura de globo.....	65
5.11	Correlação entre Índice de Estresse Fisiológico e IBUTG.....	66
5.12	Correlação entre Índice de Estresse Fisiológico e PSE.....	67
6	Discussão.....	68
6.1	Estresses térmicos ambiental e variáveis estudadas.....	68
6.2	Índice de estresse fisiológico.....	71
6.3	Temperatura cerebral.....	73
6.4	Percepção subjetiva do esforço (PSE) e conforto térmico.....	77
6.5	Taxa de sudorese total, taxa de sudorese local e volume água ingerido.....	78
6.6	Temperatura do topo da cabeça.....	80
6.7	Considerações metodológicas.....	81
6.8	Futuras pesquisas.....	82
7	Conclusão.....	83
8	Referências Bibliográficas.....	84
	ANEXO A – PAR Q.....	92
	ANEXO B – Termo de Consentimento livre e esclarecido.....	93
	ANEXO C – Escala de PSE e Conforto Térmico	96
	APÊNDICE A – Valores individuais do IEF.....	97
	APÊNDICE B – Características físicas dos voluntários da pesquisa.....	98
	APÊNDICE C – Frequência cardíaca durante o teste de capacidade aeróbica.....	99
	APÊNDICE D – PSE durante o teste de capacidade aeróbica.....	99
	APÊNDICE E – Tempo total de exercício no teste de capacidade aeróbica.....	100
	APÊNDICE F – Consumo máximo de oxigênio no teste de capacidade aeróbica.....	100
	APÊNDICE G – Taxa de sudorese total alcançada no teste de capacidade aeróbica.....	100
	APÊNDICE H – Velocidade da esteira correspondente a 50% do VO_{2max}	100

APÊNDICE I – Fatores ambientais durante o exercício contínuo.....	101
APÊNDICE J – Temperatura retal durante o exercício contínuo.....	107
APÊNDICE K – Variação da temperatura retal durante o exercício contínuo.....	108
APÊNDICE L – Frequência cardíaca durante o exercício contínuo.....	109
APÊNDICE M – Variação da Frequência cardíaca durante o exercício contínuo.....	110
APÊNDICE N – Índice de estresse fisiológico durante o exercício contínuo.....	111
APÊNDICE O – Percepção subjetiva do esforço durante o exercício contínuo.....	112
APÊNDICE P – Conforto Térmico durante exercício contínuo.....	113
APÊNDICE Q – Taxa de sudorese total em ambas situações.....	114
APÊNDICE R – Taxa de sudorese local.....	114
APÊNDICE S – Volume de água ingerido.....	114
APÊNDICE T – Temperatura local da pele durante o exercício contínuo.....	115
APÊNDICE U – Temperatura corporal durante exercício contínuo.....	121
APÊNDICE V – Temperatura média da pele durante exercício contínuo.....	122
APÊNDICE W – Temperatura média da cabeça durante exercício contínuo.....	123
APÊNDICE X – Variáveis fisiológicas nas situações com capacete com furos e com capacete sem furos ao longo do exercício contínuo.....	124
PARECER nº ETIC 210/07	128

1 Introdução

O Laboratório de Fisiologia do Exercício da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG vem estudando, desde 1986, a relação entre termorregulação humana e os mecanismos de fadiga durante a atividade física. Estes estudos abordaram as relações entre tempo de reação e temperatura interna (LIMA, 1986), voleibol e estresse térmico (VIMIEIRO-GOMES e RODRIGUES, 2001), automobilismo e calor (RODRIGUES e MAGALHÃES, 2004), aclimatação e sudorese (MACHADO-MOREIRA et al. 2005; MAGALHÃES et al., 2006; MAGALHÃES, 2007), sauna e doenças cardiovasculares (TALEBPOUR et al., 2006), entre outros temas (RODRIGUES et al., 2002). Verificou-se que a fadiga é influenciada pela temperatura interna (RODRIGUES E SILAMI-GARCIA, 1998), que, por sua vez, promove aumento da sudorese (VIMIEIRO-GOMES, 2003) e a sudorese apresenta uma distribuição regional variada, na qual a testa se apresenta como a região de maior sudorese (MACHADO-MOREIRA et al. 2005; MAGALHÃES et al., 2006; MAGALHÃES, 2007). Portanto, baseada neste contexto histórico, surgiu à hipótese evolutiva de que o resfriamento seletivo da cabeça poderia ser um mecanismo de diminuição do estresse fisiológico e retardamento da fadiga. Os pêlos da cabeça (cabelo), neste modelo teórico, seria um mecanismo de proteção externa, e somada a mecanismos fisiológicos, como a vasodilatação do couro cabeludo e a vaporização do suor sobre ele, promoveria menor ganho de calor proveniente do ambiente quente, especialmente sob radiação solar, e conseqüentemente retardaria a fadiga. Este modelo procura compreender a relação entre evolução humana e termorregulação.

A termorregulação deve ter co-evoluído através da seleção natural com outras modificações anatômicas e fisiológicas que resultaram no ser humano moderno. Termorregulação é qualquer mecanismo autonômico ou comportamental que atue para armazenar ou produzir calor corporal em ambientes mais frios que a temperatura do corpo, ou seja, para evitar a hipotermia, ou que atue para dissipar o calor corporal em ambientes nos quais a temperatura é maior que a temperatura corporal, evitando dessa forma a hipertermia (KREGER, 2002).

Os humanos, apesar de compartilharem diversas características próprias dos primatas, são diferentes em muitos aspectos importantes, entre eles a estrutura e função dos mecanismos termorregulatórios. Provavelmente, essas especificidades estão relacionadas aos processos evolucionários (KREGER, 2002).

Ao comparar o ambiente quente e úmido das florestas com o ambiente quente e seco das savanas, observa-se que a principal diferença é a quantidade de radiação solar direta que incide diretamente sobre o animal devido à menor quantidade de árvores nas savanas. Além disso, a posição ereta, o bipedalismo, reduz substancialmente o ganho de calor proveniente do sol em ambiente aberto, minimizando a área exposta à luz solar direta. (NEWMAN, 1970). Se o animal não se proteger irá receber radiação solar direta, que não é refletida totalmente (50-60%), mas absorvida na forma de calor. Para Adolph (1947), um homem nu, sentado no deserto pode absorver cerca de $200 \text{ kcal}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ através da radiação solar.

Uma das defesas dos mamíferos contra a radiação solar são os pêlos corporais, que possuem diversas funções: refletem parte da energia solar, absorvem parte da energia não dissipada (mantendo-a afastada da pele para dissipação através da convecção) e criam uma camada de isolamento entre a pele e o ambiente (NEWMAN, 1970). Além de proteger dos raios ultravioletas provenientes do sol, os pêlos também protegem do vento e de mordidas de insetos (RANTALA, 1999).

Nas savanas, os dias são quentes, mas durante a noite a temperatura ambiente pode chegar a 11°C (MORGAN, 1990) Uma camada densa de pêlos oferece proteção térmica dupla: protege contra altas radiações solares durante o dia e impede a dissipação de calor durante a noite. Como todos os outros primatas possuem considerável pelagem sobre o corpo, é aceito que nossos ancestrais, até um determinado ponto da evolução, também possuíam quantidade de pêlos acentuada. No entanto, a evolução humana caminhou no sentido contrário, ou seja, para a diminuição dos pêlos corporais (NEWMAN, 1970).

Os seres humanos não são completamente desprovidos de pêlos. Na verdade, o número e densidade dos folículos capilares não são diferentes dos primatas mais próximos, como o chimpanzé e o gorila (RANTALA, 1999). A maioria dos pêlos é relativamente minúsculo, não protege a pele contra o atrito com arbustos e nem diminui a insolação térmica, enquanto os chimpanzés e gorilas apresentam pêlos hipertrofiados, maiores e mais escuros (KUSHLAN, 1985). De forma semelhante, homens e mulheres apresentam praticamente a mesma densidade capilar, mas os homens apresentam pêlos hipertrofiados em relação às mulheres.

Humanos também possuem pêlos nas axilas e ao redor dos genitais, com provável função reprodutora, talvez participando da atração sexual e da produção de ferormônios porque se desenvolvem apenas a partir da puberdade. Outro grupo de pêlos mais proeminentes nos

humanos são as sobrancelhas, cuja função supostamente seria a expressar mudanças no estado de humor, uma habilidade importante entre os primatas sociais que são os humanos (RANTALA, 1999).

A questão que permanece sem resposta é: por que os seres humanos reduziram os pêlos? Existem várias teorias e hipóteses e dentre elas podemos lembrar as mais conhecidas que são: a hipótese da seleção sexual, do estágio aquático, da caçada, das adaptações contra ectoparasitos, do vestuário, e do bipedalismo.

Seleção sexual - a hipótese da redução dos pêlos corporais na linhagem humana proveniente de uma possível seleção sexual é a mais antiga. Darwin (1871) em seu conceituado livro “The descent of man, and selection in relation to sex” fala pela primeira vez desta hipótese, onde defende a idéia de que a nudez da pele não traria nenhuma vantagem para o homem, por isso os pêlos corporais não teriam sido perdidos devido à seleção natural. Mesmo com muitas críticas sobre esta teoria, Kreger (2002) afirma que algumas observações de Darwin ainda são aceitas, como por exemplo, os pêlos faciais masculinos comparados com os femininos. Um ponto de vista semelhante é de Rantala (1999), pois para ele mulheres com menos pêlos corporais eram consideradas mais atraentes para os homens e conseqüentemente prevaleciam descendentes com menos pêlos corporais.

Kreger (2002) acredita que a presença de um mecanismo de sudorese efetivo para perda do calor corporal através da evaporação seria mais eficiente com a concomitante redução de pêlos corporais. Se a seleção sexual é o principal responsável por esta diminuição, o mecanismo de sudorese teria sido selecionado por um mecanismo separado.

Estágio aquático - a teoria do modelo aquático foi publicada pela primeira vez por Hardy em 1960. Para Kreger (2002) a premissa básica desta teoria é que ancestrais humanos em algum momento ingressaram em uma fase semi-aquática durante a qual ocorreu a redução dos pêlos corporais, desenvolvimento da gordura subcutânea e das glândulas sudoríparas écrinas, como também redução das glândulas apócrinas, além de outras diferenças presentes entre os humanos modernos e nossos ancestrais. A crítica a esta hipótese está focada nas adaptações específicas relacionadas a termorregulação. A redução dos pêlos corporais ocorreria em conseqüência da menor insolação no ambiente aquático. Todavia, perda de pêlos por mamíferos aquáticos tem ocorrido apenas em animais que vivem plenamente em meio aquático, embora Hardy defenda um ambiente semi-aquático (KREGER, 2002).

Caçada - Ardrey (1976) relata a necessidade da caçada como um fator causal para a redução de pêlos corporais na linhagem humana. Uma mudança nos habitat, através dos deslocamentos para climas diferentes, com o objetivo de caçar, modificou o nicho ecológico dos ancestrais humanos. Os ancestrais humanos teriam deixado as florestas e entrado rumo às savanas, para explorar as oportunidades oferecidas por um novo ambiente. Esta mudança teria levado também à mudança na dieta, até se tornarem carnívoros caçadores. Caçar requer uma posição bípede, para o manuseio de ferramentas e armas, e simultaneamente o estresse termorregulatório da caçada necessitaria do desenvolvimento de um mecanismo de sudorese para prevenir o superaquecimento devido à alta temperatura ambiente das savanas. Assim, um mecanismo de sudorese eficiente apenas seria alcançado com a diminuição dos pelos corporais para melhor evaporação do suor.

Adaptações contra ectoparasitos - muitos primatas peludos gastam grande parte do seu tempo retirando parasitas do seu corpo, por exemplo, fêmeas de babuínos gastam 28% do seu tempo catando parasitas (HARRISON et al, 1977). Um animal com menos pêlos corporais ou sem pêlos teria menos ectoparasitos que um animal peludo (RANTALA, 1999). Para os humanos, ter menos ectoparasitos teria se tornado mais importante do que ter uma pele coberta por pêlos hipertrofiados, e assim a seleção natural teria favorecido o ancestral humano com menos pêlos corporais.

Vestuário - Kushlan (1985) defende que o aumento do tamanho cerebral e da inteligência teria levado os humanos a usar o fogo e a fazer roupas para armazenar e aumentar o calor durante a noite. Portanto a manutenção dos pêlos corporais para reter o calor tornou-se desnecessária. No entanto, esta teoria apresenta baixo embasamento científico, pois segundo Kittler et al. (2003) existem evidências que as roupas foram inventadas apenas há cerca de 70 mil anos.

Bipedalismo - esta hipótese foi desenvolvida através de uma série de artigos de Peter Wheeler, que procuravam explicar a diminuição dos pêlos corporais e o desenvolvimento do mecanismo de sudorese humana como consequência do bipedalismo (WHEELER, 1984, 1985, 1991a, 1991b, 1992, 1994). Este autor sugere que o homínídeo bípede apresentava vantagem termorregulatória sobre o pré-homínídeo quadrúpede, devido à redução da incidência da radiação solar direta e indireta, e também do aumento da área de contato com os ventos, o que aumentaria a eficiência do mecanismo de sudorese. A atrofia de pêlos corporais e o desenvolvimento de um mecanismo de sudorese efetivo, aumentando a evaporação do suor, são vistas pelo autor como

adaptações que se tornaram vantajosas apenas após a mudança da posição quadrúpede para a posição bípede. Quando o sol está a pino, um homínídeo bípede apresenta menor exposição à radiação solar direta quando comparado com um quadrúpede de mesmo tamanho corporal, pois cerca de apenas 40% de radiação incide diretamente sobre o bípede em relação ao quadrúpede.

Wheeler sugeriu também que com o bipedalismo, os pêlos diminuíram nas regiões que não recebem radiação por um período prolongado. Apenas a cabeça e os ombros receberiam incidência solar direta, portanto, estas áreas continuariam protegidas por pêlos. Entretanto, segundo Cabanac (1986) um indivíduo sem pêlos na cabeça teria maior evaporação do suor no topo da cabeça, uma vez que o cabelo diminuiria a capacidade sudorípara. Para este mesmo autor, na calvície, a sudorese do topo da cabeça pode ser igual ou maior que a da testa.

Uma outra argumentação para a permanência do cabelo humano provém dos interessantes artigos da física Lia Queiroz Amaral (AMARAL, 1989; 1996; 2007) que discutem as pressões evolutivas relacionadas com a diminuição dos pêlos. O cenário aproximado do modelo teórico proposto por ela seria: entre os primatas de grande porte, portanto antes da diferenciação entre os homínídeos e os chimpanzés, observa-se alguma redução dos pêlos e glândulas sudoríparas apócrinas e aumento das glândulas sudoríparas écrinas. Esta modificação da estrutura da pele, que melhora a eficiência termorregulatória para dissipar calor, estaria relacionada com a maior massa corporal dos grandes macacos e com o aumento da temperatura do ambiente africano em decorrência do esfriamento do planeta, que resultou em redução da umidade e das florestas úmidas. Outra característica anatômica importante, o dimorfismo sexual variável entre os grandes primatas estaria correlacionado com o modo social de cada espécie, ou seja, um grande macho gorila para diversas fêmeas convivendo num harém; humanos masculinos maiores do que as fêmeas (atualmente cerca de 30%) e convivendo em tensão com outros machos na disputa pelas fêmeas ou; machos e fêmeas chimpanzés de tamanho semelhante e convivendo em promiscuidade sexual. Segundo Amaral, é provável que entre os três modos de vida, as disputas físicas entre os machos seriam mais frequentes na situação homínídea, em que as lutas também poderiam contribuir para a necessidade de maior dissipação do calor metabólico decorrente dos surtos de atividades agressivas, inclusive entre machos e fêmeas.

Em decorrência, deste cenário descrito acima, a redução dos pêlos corporais teria imposto uma limitação ao transporte dos filhotes, aumentando o seu risco de queda quando agarrados aos pêlos das mães, o que teria sido uma pressão evolutiva para que as mães os transportassem nos

braços durante a caminhada, constituindo um fator importante para a seleção natural do bipedalismo. Apesar das modificações ósseas associadas com o bipedalismo aumentarem as desvantagens obstétricas, o transporte nos braços e a termorregulação mais eficientes teriam sido compensatórios em termos de sobrevivência dos filhotes bípedes e com menos pêlos. Neste contexto, a permanência de pêlos fortes e mais longos apenas na cabeça dos humanos estaria correlacionada com a possibilidade dos filhotes humanos ocasionalmente se agarrarem ao cabelo das mães durante a caminhada, liberando as mãos maternas para a coleta e outras atividades físicas. O aumento do cérebro humano teria ocorrido depois destes eventos, portanto desvinculado da redução de pêlos no restante do corpo.

Seleção parental - segundo Harris (2006), a perda de pêlos nos humanos e a menor pigmentação da pele teriam sido conseqüências de preferências culturais e estéticas expressadas pelas decisões das mães imediatamente após o nascimento dos filhos. Esta mudança pode ter ocorrido em um pequeno intervalo de tempo, caso um grupo de homínídeos tenha adotado a crença de que são diferentes de outros primatas. Através do pensamento “nós não somos peludos, eles são peludos”. A seleção sexual somada à seleção parental teria assim eliminado o homínídeo peludo rapidamente. Uma criança que nascesse muito peluda seria assassinada ou abandonada no nascimento e o gene da grande pelugem seria de fato letal. Mas existe de fato tal gene? Evidências sugerem que mudanças em um único gene, ou em um pequeno grupo de genes, podem ter sido responsáveis pela diminuição dos pêlos corporais. Em outras palavras, nós ainda carregáramos este gene, mas não é normalmente expresso em membros da nossa espécie (HARRIS, 2006).

Todas as teorias supracitadas apresentam limitações e críticas. Não são totalmente conclusivas e são hipóteses que ainda precisam ser comprovadas ou plenamente contestadas.

Contudo, parece-nos que as teorias proposta por Wheller (1984, 1985, 1991a, 1991b, 1992, 1994) é a mais consistente, uma vez que este autor aborda a atrofia dos pelos corporais do ponto de vista termorregulatório. Concordando com Wheller, um corpo com pêlos atrofiados promove uma sudorese mais eficiente e conseqüentemente maior resfriamento corporal sob condições de estresse térmico e exercício físico.

As teorias discutidas acima tratam da relação entre a evolução humana e diminuição dos pêlos corporais, no entanto, apenas Amaral menciona a manutenção dos pêlos na cabeça. Seria o cabelo humano preservado evolutivamente para garantir o transporte de filhotes e/ou para

proteger o crânio da radiação solar e assim diminuir a ganho de calor pelo cérebro? Segundo Cabanac (1986) o cérebro é um grande produtor de calor, dez vezes mais ativo que outros tecidos e necessita ser permanentemente resfriado. A necessidade de resfriamento cerebral seria assim proporcional ao aumento do tamanho do cérebro que ocorreu ao longo da evolução dos hominídeos.

O cérebro de um mamífero tem pouca tolerância ao aumento da temperatura. Entretanto, quando a temperatura central sobe durante o exercício ou estresse ao calor ambiental, haveria maior tolerância ao esforço e à permanência no ambiente se a temperatura cerebral pudesse ser mantida em níveis mais baixos, em decorrência de resfriamento seletivo independente do resto do corpo (CABANAC, 1986), sendo considerados mecanismos separados, o resfriamento cerebral e o resfriamento corporal (BAKER e HAYWARD, 1967).

O hipotálamo é uma das estruturas responsáveis pelo controle da temperatura interna, sendo composto por neurônios especializados sensíveis ao calor e ao frio, que detectam quaisquer alterações da temperatura central. Todavia, pode ser que a localização destes termorreceptores esteja relacionada com as necessidades particulares do cérebro de ser protegido em situações de hipo e hipertermia. Quando o exercício físico é a causa da produção de calor, a temperatura cerebral poderia ser mantida abaixo da temperatura muscular e retal (CABANAC, 1986), o que permitiria maior tolerância ao exercício, ao ambiente ou ao desempenho.

Além destas informações anteriores, peculiaridades vasculares que demonstram funções de resfriamento embasam a teoria do resfriamento seletivo. Para Cabanac (1993), em muitos mamíferos o resfriamento cerebral está relacionado a estruturas anatômicas e contracorrentes de trocas de calor localizadas principalmente no crânio. Hominídeos apresentam esta estrutura anatômica distinta a partir do desenvolvimento do bipedalismo. As estruturas vasculares responsáveis pela troca de calor e resfriamento cerebral são chamadas de veias emissárias e constituem inúmeras anastomoses que ligam o plexo venoso subcutâneo da região cefálica com a cavidade intracraniana. Geralmente, as veias emissárias são microscópicas e estão distribuídas por toda a cabeça e as mais importantes são as veias oftálmicas que drenam o sangue da testa e da região superior da face, as veias emissárias mastóideas que drenam o sangue da região temporal e do ouvido interno, e as veias emissárias parietais que drenam o sangue da região superior e posterior da cabeça (CABANAC, 1986). De acordo com o mesmo autor, durante a hipertermia o sangue fluiria para estas regiões, como também para todas as regiões vasodilatadas na cabeça. A

sudorese aumentada na testa e na face favoreceria a evaporação e quando o indivíduo estiver correndo a evaporação seria acentuada pela convecção.

Baseado na proposta de Cabanac (1986), Falk (1990) propôs a teoria do “radiador” cerebral. Para ela o cérebro é um órgão extremamente sensível ao calor e as veias emissárias em humanos têm mostrado sua importância no resfriamento cerebral sobre condições de hipertermia. Então, esta rede de veias da linhagem *Homo* atuaria como um radiador que dissiparia o calor cerebral. A teoria do radiador se aplica à linhagem de homínídeos que viviam nas savanas e estavam sujeitos a altas temperaturas ambientes e radiação solar intensa durante o dia.

Além da rede de veias emissárias, que possuem função dupla: (1) entregar o sangue às veias do plexo vertebral e (2) resfriar o cérebro em condições de hipertermia, a estrutura do “radiador cerebral” contaria também com o plexo vertebral, que é formado por uma grande rede vascular que se estende do crânio até o cóccix. É composto pelo plexo vertebral externo, plexo venoso interno e veias comunicantes, que possuem comunicação com as veias emissárias (FALK, 1990). Como as veias apresentam menor pressão de fluxo e maior complacência, o efeito da pressão da gravidade parece ser mais pronunciado no sistema venoso que no arterial (BADEER, 1986 citado por FALK, 1990). O plexo vertebral venoso é o maior canal para drenagem do sangue venoso cerebral. Como a postura ereta é importante para o fluxo sanguíneo no sentido crânio-caudal, parece razoável especular que a importância do plexo vertebral na drenagem de sangue advindo do cérebro originou-se devido ao bipedalismo.

A temperatura cerebral em humanos é determinada por vários fatores, incluindo a temperatura do sangue arterial que supre o cérebro, a taxa de fluxo sanguíneo, e a taxa de produção metabólica do cérebro. O sangue venoso leva o calor cerebral para ser dissipado, retornando ao coração com uma temperatura maior que o sangue arterial que supriu o cérebro (FALK, 1990). No entanto, o ganho de energia proveniente do ambiente externo também pode aumentar a taxa de acúmulo de calor pelo cérebro e um mecanismo de proteção externa poderia ser extremamente útil para diminuir o ganho de calor proveniente da radiação solar. O cabelo encaracolado com uma determinada espessura protegeria contra a radiação solar direta, permitindo ao mesmo tempo a convecção pelo vento, auxiliando, desse modo, no resfriamento do cérebro e na manutenção de uma temperatura cerebral adequada.

No entanto, a medição da temperatura cerebral durante o exercício não tem sido realizada em humanos, devido não apenas a questões metodológicas, mas também por questões éticas. Por

isso, a utilização de um índice para medição do estresse provocado pelo exercício e pela radiação solar sobre o indivíduo seria de grande utilidade. Durante o século passado mais de vinte índices para mensurar o estresse ao calor foram propostos (LEE, 1980). No entanto, nenhum tem sido aceito como um índice universal válido para medir o estresse ao calor, devido a grande complexidade e número de interações entre os fatores determinantes (MORAN et al., 1998a)

Recentemente, Moran et al. (1998a) sugeriram o índice de estresse fisiológico (IEF) baseado na temperatura retal (T_{re}) e na frequência cardíaca (FC). Com uso simplificado, adota uma escala que varia de 0 a 10, sendo 10 o ponto mais estressante. O IEF apresenta a possibilidade de ser aplicado a qualquer momento, incluindo o repouso e períodos de recuperação, basta que a FC e T_{re} sejam medidas. Além disso, este índice pode ser usado em diferentes ambientes e com diferentes vestimentas.

Diferentes de outros índices, o IEF descreve a combinação entre o estresse do sistema termorregulatório e do sistema cardiovascular. Ambos os sistemas contribuem igualmente para o IEF, sendo possível analisar separadamente a contribuição de cada um deles no estresse fisiológico. A T_{re} reflete a quantidade de calor armazenado e se eleva durante o exercício devido à produção de calor proveniente da contração muscular. Enquanto a FC reflete as demandas do sistema circulatório, respondendo imediatamente as condições metabólicas e ambientais (MORAN et al., 1995). Apresentando, portanto, um componente lento e um componente rápido.

Assim, o objetivo do presente estudo consiste em testar a hipótese de que o cabelo humano poderia representar uma barreira ao ganho de calor pela radiação solar, permitindo menores índices fisiológicos de estresse durante o exercício contínuo num ambiente quente sob o sol.

2 Revisão de Literatura

2.1 Freqüência Cardíaca

A freqüência cardíaca é influenciada por diversos fatores. Dentre eles podemos citar a intensidade do exercício (MORAN et al., 1995; 1998b), o estresse térmico ambiental (ARNGRÍSSON et al., 2003; GONZÁLEZ-ALONSO et al. 2000), o estado de hidratação (ARMSTRONG et al., 1997; MORAN et al., 1998b; GONZÁLEZ-ALONSO et al. 2000) e o nível de ansiedade (WATKINS et al., 1998).

O estresse ao calor aumenta a freqüência cardíaca tanto em repouso (JOSE et al., 1970; ARNGRÍSSON et al., 2003) quanto em exercício de intensidades submáximas (ARNGRÍSSON et al., 2003). A elevação da freqüência cardíaca no calor é devida à retirada do tônus parassimpático, aumento da atividade simpática e quando a temperatura central aumenta, pelo aumento da temperatura sanguínea no nodo sinoatrial (CHRISTENSEN, 1983; GORMAN E PROPPE, 1984).

Sob condições de altos níveis de estresse cardiovascular, associados com altas temperaturas da pele e central, a grande vasodilatação da pele resultaria na redução do volume sanguíneo, levando à diminuição do volume de ejeção e conseqüentemente elevando a freqüência cardíaca para compensar e manter o débito cardíaco necessário. Além disso, a freqüência cardíaca é mais sensível a alterações externas do que outras variáveis fisiológicas como a temperatura retal (ARNGRÍSSON et al., 2003). Para Watkins et al. (1998) a ansiedade é um fator que pode influenciar diretamente na FC de repouso, pois está associada à redução do tônus vagal.

Outro fator que vem sendo estudado é a relação entre o resfriamento facial e modificações na FC, pois o resfriamento parece promover a diminuição da freqüência cardíaca (CAPUTA e CABANAC, 1979a; DERRUELLE e CANDAS, 2000; NYBO et al., 2002; ARMADA-DASILVA et al., 2004; MUNDEL et al., 2006). Segundo Mundel et al. (2006) a diminuição da freqüência cardíaca com o resfriamento facial ocorre por uma de duas razões: 1) a água fria estimularia terminações do nervo trigêmeo, que inerva a testa, os olhos e nariz, resultando em alteração no tônus vagal e conseqüente bradicardia, 2) a vasoconstrição das veias abaixo da área resfriada aumentaria o retorno venoso e o volume de ejeção e conseqüentemente diminuiria a

freqüência cardíaca. Portanto, para Mundel et al. (2006) o resfriamento facial parece reduzir o estresse cardiovascular durante o exercício.

2.2 Temperatura retal

Mesmo sendo a temperatura mais usada nos estudos de termorregulação, para Derruelle e Candas (2000) a temperatura retal não é indicada para experimentos que requerem maior sensibilidade para eventos de curta duração, porque apresenta um aumento mais lento e contínuo, sendo assim independente de flutuações ocasionais. Diferentemente da freqüência cardíaca, a qual reflete as mudanças na taxa metabólica e nas condições ambientais, a temperatura retal reflete primariamente o calor armazenado, proveniente principalmente da contração da musculatura esquelética, sendo as alterações na temperatura retal mais lentas que as da freqüência cardíaca. (MORAN et. al., 1995).

Já está bem documentado que o tempo até a fadiga é reduzido em ambiente quente quando comparado com ambiente temperado (NIELSEN et al., 1993; FEBBRAIO et al., 1994; GALLOWAY e MAUGHAN, 1997), sendo influenciado também por alterações iniciais da temperatura central (BOOTH et al., 1997; KRUK et al., 1990). O aumento da temperatura retal e capacidade de dissipação do calor são influenciados pelo estado de hidratação, estado de aclimatação e capacidade aeróbica. Indivíduos aclimatados ao calor, ou com capacidade aeróbica alta têm maior capacidade de dissipar o calor produzido, retardando, dessa forma, o aumento da temperatura retal (CHEUNG e MCLELLAN, 1998). Além disso, em estudo realizado por Armstrong et al. (1997), eles observaram que indivíduos que iniciavam o exercício em ambiente quente com 3% de desidratação apresentavam maior temperatura retal a partir do vigésimo minuto, quando comparado com a situação eu-hidratadas.

Como relatado anteriormente, a temperatura retal não é influenciada por variações pequenas na temperatura ambiente. Em um estudo realizado por Arngrísson et al. (2003), eles observaram que a temperatura retal não se modificava em uma faixa ampla de 25° C a 40° C, aumentando apenas em temperaturas ambientes extremas (45° C). Portanto, o principal componente que influencia a temperatura retal é a intensidade e duração do exercício.

2.3 Índice de Estresse Fisiológico

Durante o século passado mais de vinte índices para mensurar o estresse ao calor foram propostos (LEE, 1980). No entanto, nenhum tem sido aceito como um índice universal válido para medir o estresse ao calor, devido a grande complexidade e número de interações entre os fatores determinantes (MORAN et al., 1998a)

Recentemente, Moran et al. (1998a) sugeriram o uso do índice de estresse fisiológico (IEF) baseado na temperatura retal (T_{re}) e na frequência cardíaca (FC), de manuseio simplificado, o qual adota uma escala que varia de 0 a 10, sendo 10 o ponto mais estressante. O IEF apresenta a possibilidade de ser aplicado a qualquer momento, incluindo o repouso e períodos de recuperação, basta que a FC e T_{re} sejam medidas. Além disso, este índice pode ser usado em diferentes ambientes e com diferentes vestimentas.

IEF é baseado na variação da temperatura retal (T_{re}) e na variação da frequência cardíaca (FC) e representa uma combinação entre o estresse que o aumento da temperatura corporal impõe ao sistema termorregulatório e ao sistema cardiovascular. A FC e a T_{re} contribuem igualmente para o IEF, mas é possível analisar separadamente a contribuição de cada uma das partes da equação no estresse fisiológico. A T_{re} reflete a quantidade de calor armazenado e sua dificuldade em ser dissipado para o ambiente e se eleva lentamente durante o exercício devido à produção de calor proveniente da contração muscular, enquanto a FC reflete rapidamente as respostas do sistema circulatório, diante das demandas metabólicas e ambientais (MORAN et al., 1995). Assim, o IEF apresenta, portanto, um componente lento e um componente rápido. É calculado baseado na formula abaixo.

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

Onde $T_{re\ t}$ e $FC\ t$ são medidas simultâneas tomadas a qualquer momento durante o exercício, $T_{re\ 0}$ e $FC\ 0$ são os valores de repouso iniciais, 39,5 é a temperatura retal máxima (em °C), e 180 é a frequência cardíaca máxima (em b·min⁻¹).

O IEF descreve o estresse de diferentes intensidades de exercício como também de diferentes níveis de hidratação (MORAN et al., 1998b). Além de retratar diferentes combinações de taxa metabólica, condições climáticas e roupas (MORAN et al., 1995).

2.4 Taxa de sudorese

As glândulas sudoríparas humanas são divididas em dois tipos: glândulas apócrinas e glândulas écrinas. As glândulas écrinas são as principais responsáveis pela sudorese termorregulatória (SATO et al., 1989) e estão distribuídas ao longo de quase toda a superfície corporal, cujo número varia muito entre as pessoas, indo de 1,6 a 4,0 milhões. A densidade destas glândulas está distribuída de forma diferente entre as regiões do corpo, sendo maior na testa, seguido pelos membros superiores, e finalmente, o tronco e os membros inferiores (KUNO, 1956; SATO e DOBSON, 1970; KONDO et al., 1998).

A maior sudorese na testa parece já estar bem estabelecida, pois de acordo com Kuno (1956) a sudorese das diferentes regiões do corpo parece relacionada com a facilidade de evaporação do suor da superfície corporal, sendo a testa o local exposto a maior convecção e este local de maior sudorese teria sido evolutivamente selecionado. Esta maior taxa de sudorese da testa poderia ser explicada também pela importância que a perda de calor naquela região poderia representar na regulação da temperatura cerebral em humanos (CABANAC, 1986).

Adolph (1923) foi o primeiro a relatar que a taxa de sudorese é proporcional à temperatura ambiente e sugeriu uma estreita correlação entre a sudorese e a temperatura da pele. Kuno (1956) mais tarde sugeriu que os centros termorregulatórios são mais importantes para o controle da sudorese, uma vez que os receptores térmicos presentes na pele transmitem estímulos aferentes aos centros termorregulatórios que por sua vez estimulam a sudorese.

A exposição prolongada a ambientes hipertérmicos ou exercício no calor pode induzir a perda de água devido à sudorese profusa, resultando em desidratação. Este déficit hídrico reduz tanto o volume plasmático intracelular quanto o extracelular, levando a hiperosmolalidade e hipovolemia, ambos dos quais prejudica a sudorese. Por exemplo, Greenleaf e Castelo (GREENLEAF e CASTLE, 1971) propõem que o excessivo aumento de temperatura interna em indivíduos desidratados pode ser atribuído à sudorese insuficiente. Sawka et al. (1985) observou que, a desidratação progressiva reduz a taxa de sudorese drasticamente, elevando a temperatura retal.

Em humanos, a evaporação do suor é a principal maneira de perder o calor corporal produzido durante o exercício. Os fatores térmicos associados com a resposta sudorípara são principalmente a temperaturas interna e da pele, com a taxa de sudorese aumentando linearmente

com o aumento da temperatura interna (NIELSEN, 1969; SALTIN et al., 1970; NADEL et al., 1971; JOHNSON e PARK, 1981; KONDO et al., 1998).

A relação entre a taxa de sudorese e temperatura interna também pode ser alterada pelo aumento da temperatura da pele (LIND et al., 1964). Entretanto, é possível que a taxa de sudorese aumente sem mudanças na temperatura interna ou temperatura da pele (YAMAZAKI et al., 1994; KONDO et al., 1997; KONDO et al., 1999). Esta resposta indica que a mudança na sudorese também pode estar associada a fatores não térmicos, como receptores musculares ativados durante o exercício (YAMAZAKI et al., 1994; VISSING e HJORTS, 1996; KONDO et al., 1997) e estimulação mental ou emocional (KUNO, 1956; OGAWA, 1975; SAKAKIBARA et al., 1989).

2.5 Percepção Subjetiva do Esforço e Conforto Térmico

A escala de percepção subjetiva do esforço (PSE) foi proposta por Borg em 1970. Esta escala é composta por 15 pontos, no qual 6 representa o valor de menor esforço físico e 20 o valor de maior esforço físico (ANEXO C). Esta numeração é baseada nos valores de frequência cardíaca, no qual 6 representa o valor de repouso em 60 batimentos por minuto e 20 representa 200 batimentos por minuto, retratando a frequência cardíaca máxima. Esta escala foi proposta com o objetivo de aumentar linearmente com a intensidade do exercício realizado em ciclo ergômetro. Como a frequência cardíaca e o consumo de oxigênio aumentam com o aumento da intensidade, Borg procurou criar uma escala que acompanhasse o crescimento destas outras variáveis fisiológicas, porém de forma subjetiva (BORG, 1982)

A escala de conforto térmico pode ser encontrada em diversos estudos (MORAN et al., 1995; NAGANO et al., 2005; EPSTEIN e MORAN, 2006). Esta escala possui sete pontos, que variam de -3 a +3. No qual -3 representa maior desconforto para o frio, 0 representa o ambiente confortável e +3 o maior desconforto para o calor (ANEXO C).

O ambiente quente é caracterizado por altos valores de PSE, e o aumento na PSE durante o exercício está associado a elevações na temperatura central (NYBO E NIELSEN, 2001b) e a elevações nas respostas cardiovasculares, devido a ajustes autonômicos (WILLIAMSON et al., 2005). A escala de PSE está correlacionada com o nível de desidratação dos indivíduos e apresenta uma categorização de estresse semelhante ao IEF (MORAN et al., 1998b). Contudo, é

importante frisar que não é possível separar o estresse fisiológico do psicológico, pois o corpo humano é um sistema integrado, sendo a PSE a manifestação subjetiva do fenômeno fisiológico momentâneo.

Tem sido sugerido que a sensação consciente de fadiga, medida pela PSE, está correlacionada com mudanças elétricas na atividade cerebral (NYBO e NIELSEN, 2001b), aumentos na temperatura corporal durante exercício (GALLOWAY E MAUGHAN, 1997; NYBO e NIELSEN, 2001a), aquecimento corporal passivo (GONZALEZ-ALONSO et al., 1999; ARMADA-DA-SILVA, et al., 2004) e variações na temperatura ambiente (TUCKER et al., 2006). Além disso, o resfriamento facial leva a redução da PSE (ARMADA-DA-SILVA et al., 2004; MUNDEL et al. 2006). Contudo, Nybo e Nielsen (2001b) observaram que após resfriamento facial seus voluntários relataram melhora no conforto térmico, mas sem alterações da PSE. Para estes autores, como também para Mundel et al. (2006), a melhora no conforto térmico parece ser explicada pela alteração dos estímulos aferentes vindos da pele resfriada e não pela redução da temperatura cerebral.

De acordo com Cabanac e Caputa (1979a) o conforto térmico após ventilação facial em indivíduos previamente aquecidos era de normotermia, apresentando redução na temperatura da testa, enquanto a temperatura esofágica continuava aumentando. Os mesmos autores sugeriram que a temperatura timpânica refletia a temperatura cerebral e esta seria responsável pelo conforto térmico dos sujeitos.

2.6 Índice de Bulbo Úmido e Temperatura de Globo

Em 1905 Haldane foi provavelmente o primeiro a sugerir que a temperatura de bulbo úmido seria o valor único mais apropriado para expressar o estresse térmico ambiental. Desde então, diversos índices têm sido propostos. O objetivo destes índices é combinar em um único valor os efeitos das variáveis ambientais (EPSTEIN e MORAN, 2006).

As variações nas temperaturas ambientes promovem alterações fisiológicas, seja pela alteração na temperatura seca (ARNGRÍSSON et al., 2003) ou na umidade relativa do ar (KAMON E BELDING, 1971). Segundo Connolly e Wilcox (2000) o fator ambiental mais importante na determinação da perda evaporativa de suor é a umidade. E em condições de alta

umidade, menos evaporação ocorre devido à grande saturação de moléculas de água presentes no ar.

O Índice de Bulbo Úmido e Temperatura de Globo (IBUTG) foi proposto em 1957 por Yaglou e Minard. Este índice é obtido por três parâmetros: temperatura de globo negro (T_{globo}), que considera a radiação solar; temperatura de bulbo úmido ($T_{\text{úmida}}$); e temperatura de bulbo seco (T_{seca}), e é calculado de acordo com a equação abaixo:

$$\text{IBUTG (}^\circ\text{C)} = 0,7 \cdot T_{\text{úmida}} + 0,2 \cdot T_{\text{globo}} + 0,1 \cdot T_{\text{seca}}$$

O IBUTG é o índice de estresse ao calor mais utilizado em todo o mundo, e foi desenvolvido pela marinha americana como parte de um estudo no calor relacionado a lesões resultantes do treinamento militar. Este índice ganhou popularidade devido à simplicidade e conveniência de seu uso e rapidamente foi considerado o índice de estresse ao calor mais comum para descrever o estresse ambiental (MORAN E EPSTEIN, 2006). No entanto, estes mesmo autores criticam em parte a utilização deste índice, pois para eles a utilização da temperatura de globo é inadequada em muitas circunstâncias, pois sua medida requer cerca de trinta minutos para atingir o equilíbrio.

3 Objetivo

O objetivo do presente estudo consiste em testar nossa hipótese de que o cabelo humano poderia representar uma barreira à radiação solar, permitindo menores índices fisiológicos de estresse térmico durante o exercício num ambiente quente sob o sol.

4 Métodos

4.1 Cuidados Éticos

Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais sob o parecer número ETIC 210/07. Todos os procedimentos realizados respeitaram as normas estabelecidas pela Resolução 196 do Conselho Nacional de Saúde (1996) acerca de pesquisas científicas envolvendo seres humanos. A pesquisa foi realizada no Laboratório de Fisiologia do Exercício, no Departamento de Educação Física da Escola de Educação Física Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais.

Antes de iniciar os procedimentos experimentais, foi realizada uma reunião com cada voluntário para esclarecer possíveis dúvidas, os objetivos do estudo e os possíveis riscos associados à realização do mesmo. Os candidatos a voluntários responderam o questionário PAR-Q (ANEXO A) para que fosse assegurado seu estado de saúde. Somente após terem lido e assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO B), na presença do pesquisador e de uma testemunha (que também assinaram o documento), os candidatos foram admitidos como voluntários. Todos os voluntários estavam cientes de que, a qualquer momento, poderiam abdicar da participação do estudo sem necessidade de se justificarem.

4.2 Amostra

Participaram desta pesquisa 12 voluntários do sexo masculino, habitantes de região tropical, sadios e aptos para a prática de exercícios físicos. No entanto, foram utilizados para análises os dados de apenas 10 voluntários. Os dois voluntários foram excluídos por motivos distintos. O primeiro deles não apresentava o cabelo nas dimensões especificadas. Já o segundo voluntário foi excluído, devido à imprevisibilidade ambiental, pois as condições meteorológicas foram bastante diferentes entre as situações, tornando inviável as análises pós-testes.

Foram incluídos na amostra voluntários com cabelos crespos ou encaracolados. Pois, segundo a hipótese de Peter Wheeler este tipo de cabelo seria o mais adequado ao modelo teórico da origem africana humana em ambiente quente e seco e com alta radiação solar. Para a padronização do tipo de cabelo quanto ao grau de anelamento, mediu-se os comprimentos de um

único fio de cabelo seco, coletado aleatoriamente, nas condições relaxado e esticado. Utilizou-se uma régua simples com escala milimétrica e a razão entre o fio em estado relaxado e esticado, deveria atingir o valor máximo de 0,4 (figura 1). Esta forma de padronização foi proposta pelo nosso laboratório. Além disso, os voluntários iniciaram a pesquisa com uma camada de cabelo de no mínimo três centímetros de espessura na região central. Quaisquer diferenças entre a capacidade física e características antropométricas foram descartadas devido ao desenho experimental no qual cada voluntário foi seu próprio controle.

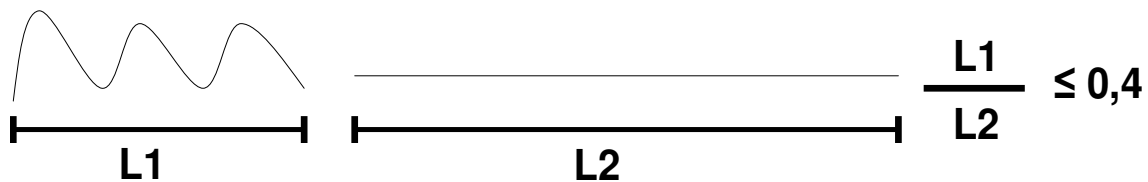


Figura 1. Ilustração da padronização realizada quanto ao grau de anelamento do fio de cabelo dos voluntários.

4.3 Caracterização Antropométrica

Na primeira visita ao laboratório foi realizada a caracterização antropométrica, tendo sido medidas a massa corporal, estatura, dobras cutâneas, percentual de gordura e área de superfície corporal (ASC). A massa corporal (kg) foi medida com os voluntários descalços e despídos utilizando uma balança digital (MF100 Filizola[®] Brasil) com precisão de 0,02 kg, calibrada previamente. A estatura (cm) foi medida utilizando-se um estadiômetro com precisão de 0,5 cm, acoplado a uma balança (Filizola[®] Brasil). As dobras cutâneas subescapulares, tríceps, bíceps, peitoral, subaxilar, supra ilíaca, abdominal, coxa e perna foram medidas utilizando-se um plicômetro (Lange[®] Finlândia), graduado em milímetros. Os valores de cada dobra foram utilizados para a obtenção do somatório das dobras (Σ dobras), e cálculo do percentual de gordura. A partir dos dados de estatura e massa corporal, foi utilizada a equação (Equação 1) de Dubois e Dubois (1916) para cálculo da área de superfície corporal:

$$\text{Equação 1} - \text{ASC} = 0,00178 \times (\text{massa corporal em kg})^{0,425} \times (\text{estatura em cm})^{0,725}$$

Os valores antropométricos dos voluntários são apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Características físicas dos voluntários.

Idade (anos)	Estatura (cm)	Massa Corporal (kg)	ASC (m ²)	Σ DC (mm)	% Gordura
25,1 ± 2,5	176,2 ± 4,0	73,7 ± 6,7	1,89 ± 0,09	104,0 ± 34,8	13,6 ± 2,8

Média ± desvio padrão das características físicas dos voluntários. ASC = área de superfície corporal; Σ DC = somatório de dobras cutâneas.

4.4 Delineamento Experimental

Os voluntários participaram de três sessões experimentais: no primeiro dia, após a caracterização antropométrica, realizaram o teste para medida da capacidade aeróbica e após dois dias deram início às outras duas situações experimentais, que consistiram na realização de exercício contínuo com cabelos intactos e com cabelos raspados. Estas duas situações experimentais serão descritas detalhadamente adiante.

4.5 Teste de esforço progressivo para medida do consumo máximo de oxigênio

Os voluntários realizaram o teste progressivo até a fadiga em esteira rolante (Quinton Med-Track ST65) que consistiu em aumentos progressivos na velocidade e na inclinação da esteira (três MET a cada três minutos) até a fadiga voluntária. Os voluntários vestiam um calção apropriado, calçavam meias e tênis esportivo; um cardiofrequencímetro era colocado na altura do esterno (Polar Vantage NV, Kempele, Finland) para a medição da frequência cardíaca. O teste foi realizado em uma sala com temperatura ambiente e umidade relativa do ar controladas em 22,1 ± 0,3° C e 60,9 ± 3,2%. Imediatamente antes do início do teste, os voluntários permaneceram sentados em uma cadeira por 10 minutos para que fossem ajustados os tubos coletores de gases para a medida do consumo de oxigênio e as medidas de repouso fossem anotadas. Durante o teste, o consumo de oxigênio foi medido constantemente por meio de um analisador de gases (BIOPAC System MP35 EUA) previamente calibrado com mistura padrão de gases, a frequência cardíaca foi anotada a cada minuto. O voluntário classificava o seu esforço a partir de uma escala de percepção subjetiva de esforço (PSE) de 15 pontos, nesta escala 6 representa menor esforço e 20 esforço máximo (BORG, 1970). A PSE foi registrada ao final de cada estágio do teste e no

fim do mesmo. O consumo de oxigênio do último minuto de exercício foi considerado como o VO_{2max} , para isto a PSE deveria ser maior ou igual a 18 e o índice de troca respiratória (VCO_2/VO_2) igual ou maior a 1,1. Os resultados obtidos no teste máximo e a velocidade referente aos 50% da capacidade aeróbica estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados do teste máximo e velocidade mantida durante o protocolo contínuo.

VO_{2max} ($mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	FC máxima ($b \cdot min^{-1}$)	Velocidade 50% do VO_{2max} (km/h)
$56,2 \pm 5,3$	194 ± 4	$7,97 \pm 0,26$

Média \pm desvio padrão dos valores obtidos no teste máximo. VO_{2max} = capacidade aeróbica. FC máxima = frequência cardíaca máxima.



Figura 2. Fotos de dois voluntários realizando o teste de esforço progressivo para medida do consumo máximo de oxigênio.

4.5 Exercício Contínuo

Após um intervalo de dois dias do primeiro comparecimento os indivíduos iniciaram o protocolo que contou com mais duas situações experimentais, de exercício contínuo em esteira rolante (Quinton Med-Track ST65 EUA) com uma hora de duração e intensidade a 50% do $VO_2\text{max}$. A inclinação da esteira foi mantida em 1% durante todo o protocolo.

Os experimentos ocorreram entre 10:30 e 14:30 horas, com o objetivo de garantir uma condição de semelhança entre as situações e entre os indivíduos, minimizando-se os efeitos do ciclo circadiano e maximizando a temperatura alcançada pela radiação solar durante o dia. No entanto, devido à necessidade de se iniciar o protocolo nas condições ambientais mais favoráveis, houve variações no horário de início do exercício contínuo.

1. Primeiro exercício: em ambiente externo sob o sol, com o cabelo natural dentro das dimensões especificadas. Durante o exercício, o estresse térmico ambiental foi medido através do Índice de Bulbo Úmido e Temperatura de Globo (IBUTG) em °C.
2. Segundo exercício: imediatamente depois do segundo protocolo, os voluntários tiveram o cabelo totalmente raspado e repetiram o exercício sob o sol. Os protocolos foram separados por no mínimo dois dias e no máximo uma semana. Novamente o IBUTG foi medido durante todo o protocolo.

Durante o protocolo de exercício contínuo, a ventilação foi provida por um ventilador elétrico (SL40 Arno[®] Brasil) direcionado para a região da cabeça e do tronco (velocidade: $1,45 \pm 0,01 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), média registrada por anemômetro (271 Turbo Meter – Davis instruments EUA) a cada cinco minutos. Água pura foi fornecida de acordo com a sede dos voluntários e quantificada para correção da massa corporal antes e após o exercício, assim como para cálculo da água ingerida. Em todas as situações, os voluntários usaram apenas tênis, meias e calção padronizados.

Os voluntários foram instruídos a dormirem no mínimo oito horas na noite anterior, não fumarem, consumirem álcool, cafeína ou praticarem exercícios extenuantes nas 24 horas que antecederam o protocolo experimental. Para considerar as condições nutricionais, os voluntários foram instruídos a registrarem a ingestão alimentar no primeiro dia experimental e replicarem-na nos demais dias.

Devido às condições do delineamento experimental, não seria possível fazer a experimentação de forma cruzada e aleatória, visto que os indivíduos deviam deixar seu cabelo crescer previamente para atingir o mínimo de 3 cm de espessura (cerca de 5 meses) e assim sempre realizariam o primeiro dia experimental com os cabelos crescidos para depois serem raspados, sendo, portanto, inviável um delineamento aleatório. Após a raspagem dos cabelos, os mesmos foram pesados e apresentaram valores médios de $55,0 \pm 16,0$ gramas.

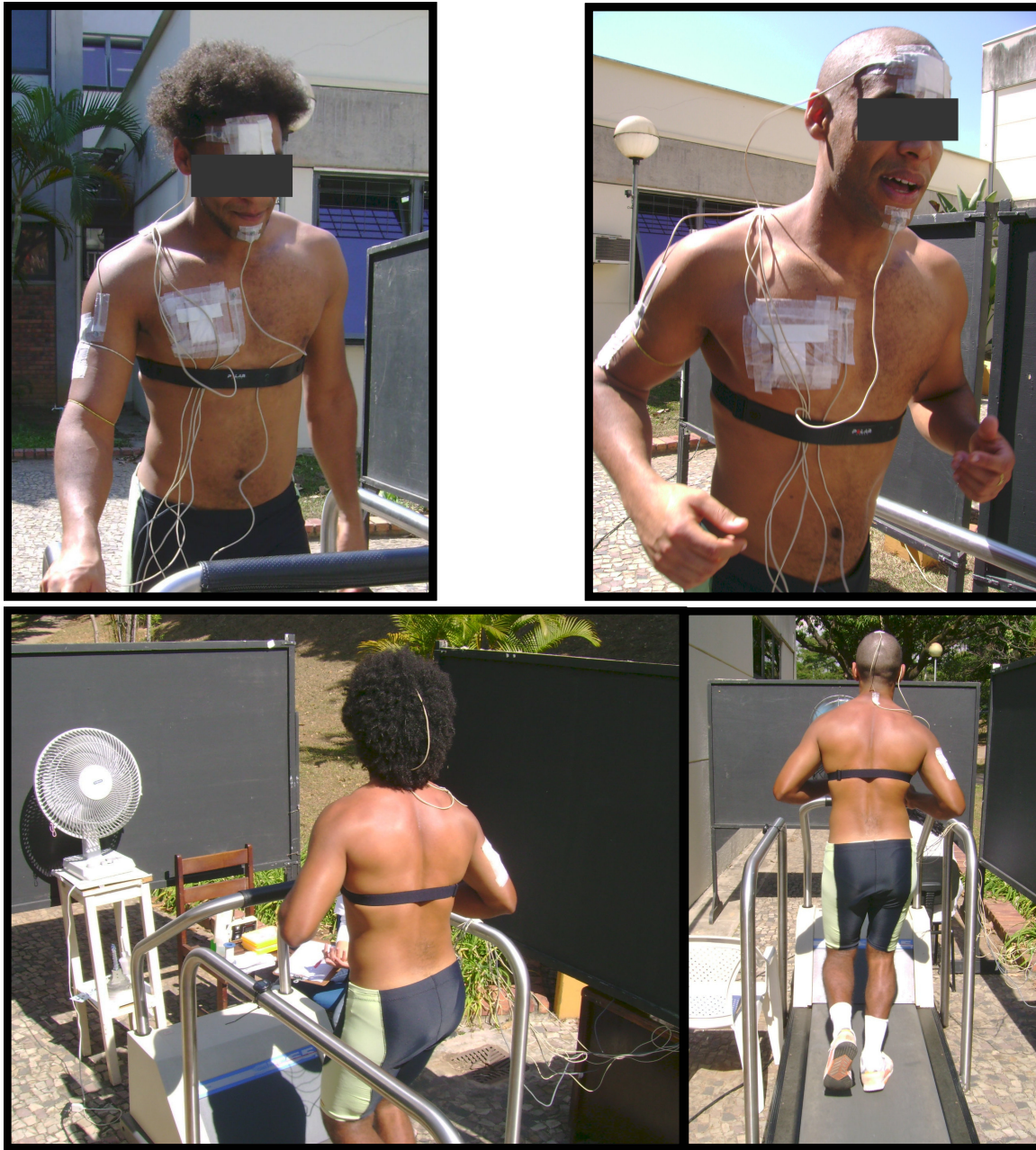


Figura 3. Fotos de dois voluntários realizando o exercício contínuo em ambas situações

4.6 Medidas realizadas

4.6.1 Temperatura ambiente

Durante todo o protocolo realizado em ambiente externo foram medidos: as temperaturas seca (T_{seca}), úmida ($T_{úmida}$) e de globo (T_{globo}), o Índice de Bulbo Úmido e Temperatura de Globo (IBUTG) (Equação 2) através do aparelho (RS-214 WIBGET® EUA) e de um psicômetro / higrômetro de mercúrio (Incoterms® Brasil). As anotações foram realizadas a cada dois minutos.

$$\text{Equação 2} - \text{IBUTG } (^{\circ} \text{C}) = 0,7 \cdot T_{úmida} + 0,2 \cdot T_{globo} + 0,1 \cdot T_{seca}$$

As temperaturas foram anotadas com o objetivo de caracterizar o estresse térmico do ambiente a cada dia como também para a utilização do IBUTG como co-variável na análise de covariância sempre que necessário. Também foi medida a Luminosidade do ambiente a cada dez minutos, por meio de um luxímetro digital (Precision GOLD NO9AQ Environment Meter EUA), porém, devido à sensibilidade do aparelho foi utilizado um filtro com duas folhas de papel Chamex A4 (Report Multiuso).

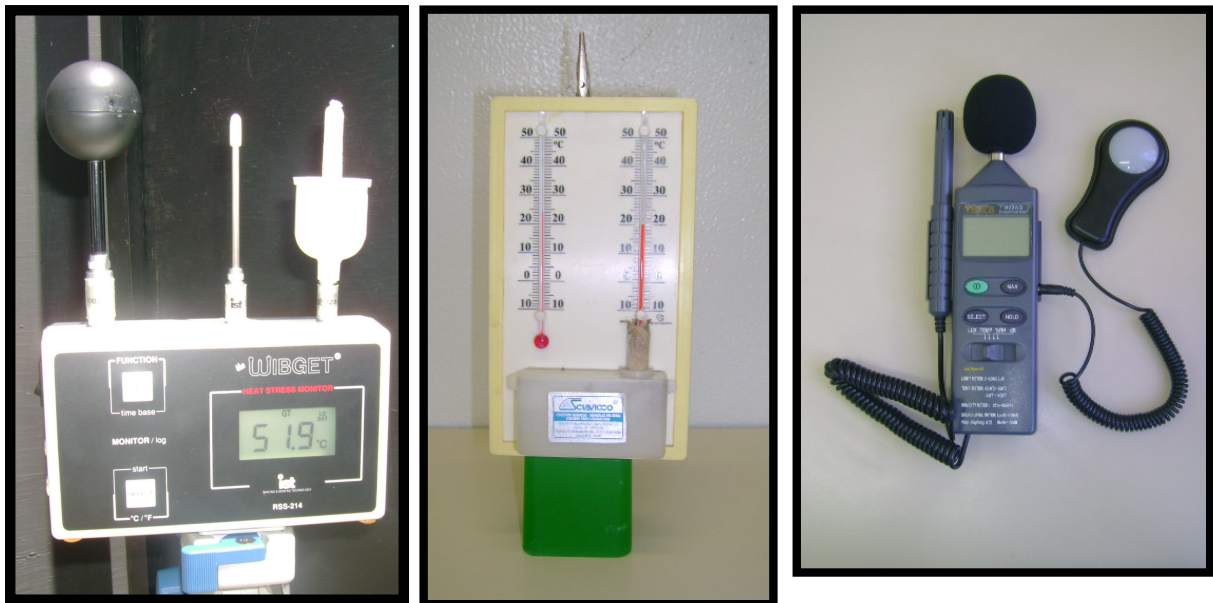


Figura 4. Fotos dos aparelhos utilizados para registro do Índice de Bulbo Úmido e Temperatura de Globo (IBUTG), temperatura seca e úmida (psicômetro / higrômetro de mercúrio) e luminosidade (luxímetro digital) do ambiente em ambas situações.

4.6.2 Temperaturas corporais

Aproximadamente 40 minutos antes de iniciarem o protocolo os voluntários chegavam ao laboratório e recebiam uma sonda retal (Yellow Spring Instruments, series 400 EUA) que era inserida, pelo próprio voluntário, 12 cm além do esfíncter anal, para medida da temperatura retal (T_{re}). Logo após este procedimento, foram fixados sensores de temperatura da pele (Probe model 409B Yellow Spring Instruments, EUA) nas regiões do peito (T_{peito} , cerca de 7 cm acima do centro da linha entre o mamilo e o esterno), do braço ($T_{braço}$, região lateral, superior) e da coxa (T_{coxa} , região anterior, central), da testa (T_{testa} , acima do olho direito e logo abaixo da linha do cabelo), do queixo (T_{queixo} , parte central) e do topo da cabeça (T_{topo} , região mais alta e central da cabeça).

As temperaturas foram medidas continuamente por meio de um tele-termômetro e notadas a cada 2 minutos durante todo o protocolo. Os voluntários permaneceram sentados por 5 minutos para que as medidas de repouso fossem anotadas e após este período iniciavam o protocolo.



Figura 5. Fotos da preparação dos voluntários para realização do exercício contínuo

A temperatura média da cabeça ($T_{\text{cabeça}}$) foi calculada através da media das temperaturas do topo, queixo e testa:

$$\text{Equação 3} - T_{\text{cabeça}} = (T_{\text{testa}} + T_{\text{topo}} + T_{\text{queixo}}) / 3$$

A temperatura média da pele (T_{pele}) foi calculada de acordo com a equação de Roberts et al. (1977):

$$\text{Equação 4} - T_{\text{pele}} = (0,43 \cdot T_{\text{peito}}) + (0,25 \cdot T_{\text{braço}}) + (0,32 \cdot T_{\text{coxa}})$$

A temperatura média corporal (T_{corpo}) foi calculada de acordo com Marino et al. (2004):

$$\text{Equação 5} - T_{\text{corpo}} = 0,8 \cdot T_{\text{re}} + 0,2 \cdot T_{\text{pele}}$$



Figura 6. Fotos da colocação do sensor para medição da temperatura do topo da cabeça e posicionamento do sensor no topo da cabeça durante exercício contínuo em ambas situações.

6.3 Freqüência cardíaca, Percepção Subjetiva do Esforço (PSE) e Conforto Térmico

Nas duas sessões de exercício contínuo foram registradas a cada 2 minutos a freqüência cardíaca (Polar Vantage NV, Kempele, Finland) e a percepção subjetiva do esforço, através da mesma escala de 15 pontos usada no teste máximo (BORG, 1970). Também foi anotado a cada dois minutos o conforto térmico dos voluntários através de uma escala de 7 pontos (MORAN et al., 1995; NAGANO et al., 2005; EPSTEIN e MORAN, 2006) onde +3 é o ponto mais desconfortável para o calor, -3 o ponto mais desconfortável para o frio e 0 o ponto mais confortável.

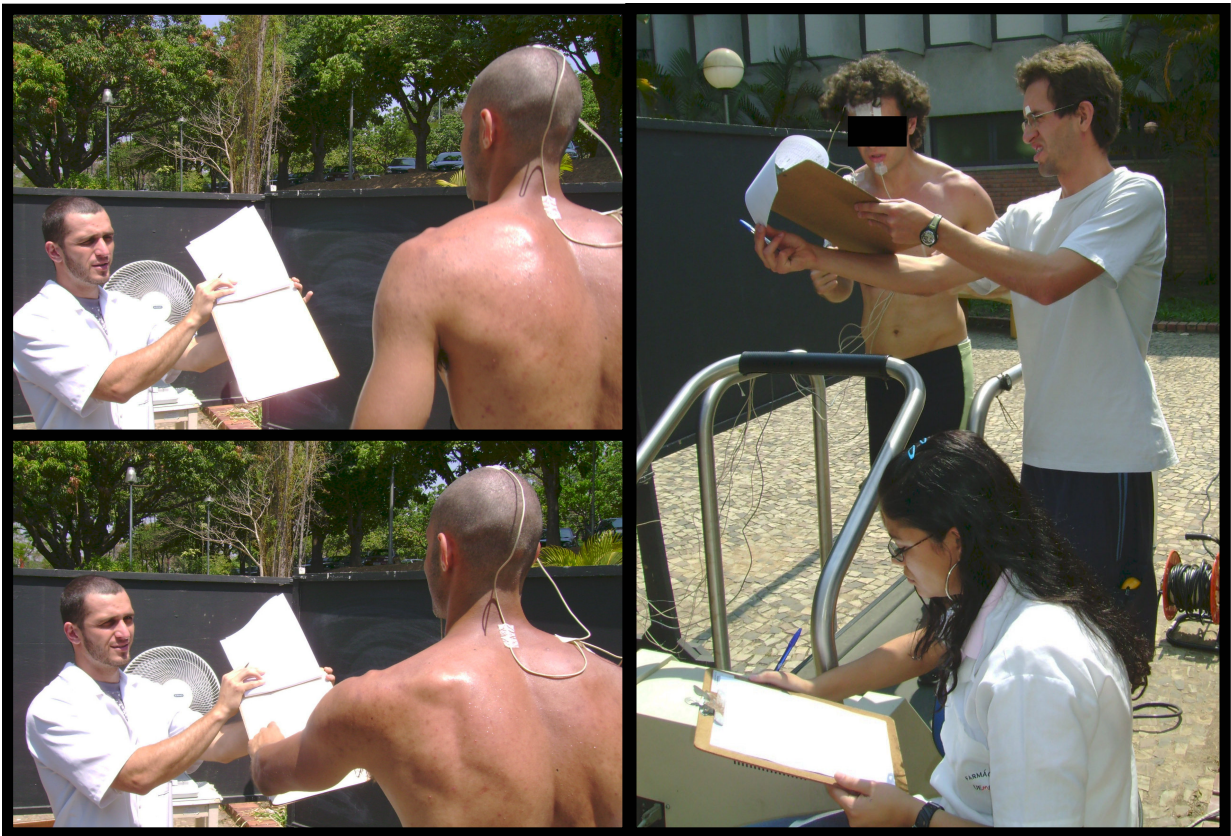


Figura 7. Fotos do registro da Percepção Subjetiva do Esforço e Conforto Térmico dos voluntários durante exercício contínuo.

4.6.4 Sudorese total

Os voluntários foram pesados nus antes e após a realização do exercício, utilizando uma balança digital (MF100 Filizola[®] Brasil) com precisão de 0,02 kg, calibrada previamente. A taxa de sudorese total foi calculada pela diferença na massa corporal, corrigida pela área de superfície corporal (ASC) e dividida pelo tempo entre as pesagens. Os voluntários eram devidamente secos com papéis-toalha e a sudorese era corrigida pela ingestão de água.

Equação 6 – Sudorese total = Massa corporal pré – Massa corporal pós ÷ ASC ÷ tempo
 Sudorese total: $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{min}^{-1}$

4.6.5 Sudorese local

A sudorese local foi medida nas regiões da testa (centro da testa), peito (lado direito), braço (região lateral, logo abaixo do ombro) e coxa (parte central anterior da coxa direita) por meio da técnica do papel filtro (VIMIEIRO-GOMES, 2003). As regiões foram raspadas e lavadas com álcool 70%. Papéis absorventes com 16 cm^2 (4 x 4 cm; J Prolab, gramatura 250) previamente pesados (Mettler, modelo AB 204 EUA) foram colocados em contato com a pele, e para evitar que o suor evaporasse, os papéis foram cobertos com plástico (9 x 9 cm) fixados à pele por meio de fita cirúrgica impermeável (Transpore[™], 3M). A taxa de sudorese local foi calculada pela diferença no peso dos papéis absorventes dividida pela área dos mesmos e corrigida pelo tempo de contato deles com a pele. A taxa de sudorese local foi medida em dois momentos: durante os primeiros 30 minutos de exercício, após os quais os voluntários o interrompiam e os filtros eram trocados, a medição era então retomada durante mais 30 minutos. Somente a sudorese dos últimos 30 minutos foi utilizada para análise, pois nesse período a sudorese já está estabilizada e a influência de fatores não-térmicos são minimizados.

Equação 7 – Sudorese local = Massa do filtro pós – Massa do filtro pré ÷ Área do filtro ÷ tempo
 Sudorese local: $\text{mg}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{min}^{-1}$



Figura 8. Foto da preparação da câmara para colocação do papel filtro para medição da taxa de sudorese local na região da coxa e fotos frontais de um voluntário em ambas situações.

4.6.6 Índice de Estresse Fisiológico (IEF)

Com o objetivo de avaliar o estresse fisiológico global durante o exercício, foi calculado o índice de estresse fisiológico (IEF) de acordo com (MORAN et al., 1998a):

$$\text{Equação 8} - \text{IEF} = 5 \cdot (T_{re\ t} - T_{re\ 0}) \cdot (39,5 - T_{re\ 0})^{-1} + 5 \cdot (FC\ _t - FC\ _0) \cdot (180 - FC\ _0)^{-1}$$

Onde $T_{re\ t}$ e $FC\ _t$ são medidas simultâneas tomadas a qualquer momento durante o exercício, $T_{re\ 0}$ e $FC\ _0$ são os valores de repouso iniciais, 39,5 é a temperatura retal máxima (em °C), e 180 é a frequência cardíaca máxima (em $b \cdot \text{min}^{-1}$).

4.6.7 Estado de hidratação e dieta

Em todos os dias experimentais, foi solicitado aos voluntários que ingerissem pelo menos 500 mL de água pura 2 horas antes dos experimentos (ACSM, 1996) para garantir o estado de hidratação normal de acordo com Armstrong (2000): densidade específica da urina menor ou igual a 1.030. Antes de iniciarem qualquer procedimento, os voluntários urinavam em um copo provido pelo pesquisador e a densidade específica da urina era analisada por meio de um refratômetro (JSCP – Uridens, São Paulo, SP, Brazil) previamente calibrado com água destilada.

Durante o exercício, foi permitida aos voluntários a ingestão de água *ad libitum*, de acordo com a sede. A água era fornecida em uma garrafa de 500 mL. O volume de água ingerido era calculado para posterior cálculo da sudorese total e quantidade de água ingerida.

Foi pedido aos voluntários que mantivessem sua dieta habitual e a replicassem nos dias do experimento e na noite anterior. Durante o período de participação no estudo, foi pedido aos voluntários se absterem do consumo de álcool, tabaco, cafeína, medicamentos e exercício físico extenuante. A figura 10 mostra esquematicamente os procedimentos realizados.



Figura 9. Fotos em visão posterior de um mesmo voluntário em ambas situações.

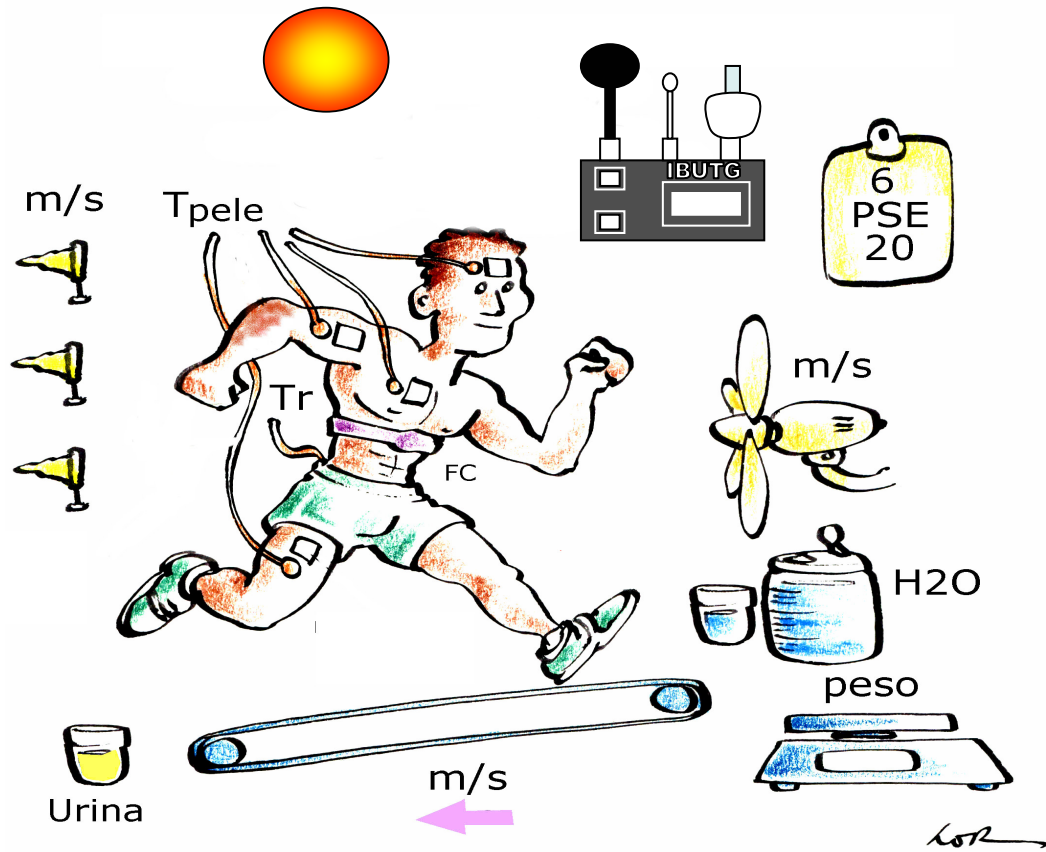


Figura 10. Ilustração dos procedimentos realizados

4.7 Análise estatística

Foi realizada a análise descritiva e os dados expressos como média \pm erro padrão. A normalidade dos dados foi garantida após a realização do teste de Kolmogorov-Smirnov, utilizando-se o pacote estatístico SigmaStat 3.5.

Para análise das variáveis de fluxo continuado (temperaturas locais da pele, temperatura média da pele, temperatura média da cabeça, temperatura retal, temperatura corporal, frequência cardíaca e índice de estresse fisiológico) foi utilizada uma análise de variância (ANOVA) com medidas repetidas para comparação dos dados brutos e uma análise de covariância (ANCOVA) com medidas repetidas quando usada a co-variável. O valor de F foi utilizado para observar as diferenças pontuais entre as curvas. O teste não-paramétrico de Wilcoxon foi usado para análise da percepção subjetiva de esforço e conforto térmico.

Teste t pareado foi usado para comparar a taxa de sudorese total e volume de água ingerido. Análise de covariância com uma fonte de variação foi utilizada para comparar o volume de água ingerida. Para taxa de sudorese local foi realizada análise de variância e covariância (com duas fontes de variação e medidas repetidas). Quando encontrado um valor de F significativo foi realizado o teste *post hoc Student Newman Keuls*, para encontrar o local da diferença. Sempre que necessário utilizou-se o IBUTG médio do dia como co-variável.

Correlação de Pearson foi usado para verificar correlação entre temperatura de globo e temperatura do topo da cabeça, IBUTG e IEF, IEF e PSE.

O nível de significância adotado foi de 0,05. Todas as análises estatísticas, com exceção do teste de normalidade, foram realizadas utilizando-se o programa SPSS 15.0.

5 Resultados

5.1 Caracterização do ambiente

A tabela 3 apresenta os valores médios das temperaturas ambientes, umidade relativa do ar (URA) e luminosidade entre as duas situações. Foram observadas diferenças significativas apenas para temperatura úmida e IBUTG. Os comportamentos destas variáveis (temperatura seca, temperatura úmida, temperatura de globo, IBUTG e URA) ao longo do tempo estão dispostos nas figuras 11, 12, 13, 14 e 15, respectivamente.

Em termos médios, a temperatura úmida e o IBUTG foram significativamente maiores na situação com o cabelo intacto do que durante o exercício com a cabeça raspada.

Tabela 3. Caracterização do ambiente nos dois dias experimentais

	Cabelo	Raspado
T. Seca (° C)	35,5 ± 1,1	35,1 ± 0,7
T. Úmida (° C)	24,0 ± 0,5*	22,4 ± 0,5
T. Globo (° C)	45,0 ± 1,4	43,9 ± 0,6
IBUTG (° C)	29,4 ± 0,5*	27,8 ± 0,4
URA (%)	41,0 ± 4,9	36,3 ± 2,8
Luminosidade (Lux) x 10	459 ± 54	528 ± 34

Média ± erro padrão das variáveis que caracterizam o ambiente nas duas situações.

* indica $p < 0,05$ entre situações.

Ao longo do exercício, observa-se que na maior parte do tempo as temperaturas do ambiente variaram para mais na situação com o cabelo intacto, embora apenas a temperatura úmida e o IBUTG tenham apresentado significância estatística em determinados momentos. Os resultados indicam que o estresse térmico foi maior na situação com o cabelo à custa de maior dificuldade na vaporização do suor.

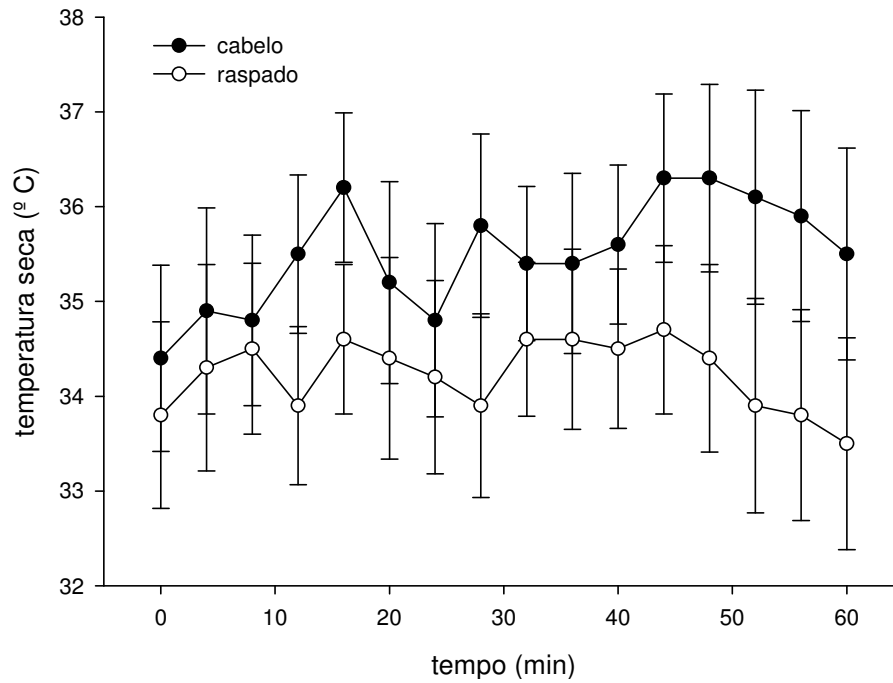


Figura 11. Média \pm erro padrão da temperatura seca entre as duas situações ao longo do exercício. ANOVA ($F = 1,040$, $p = 0,32$).

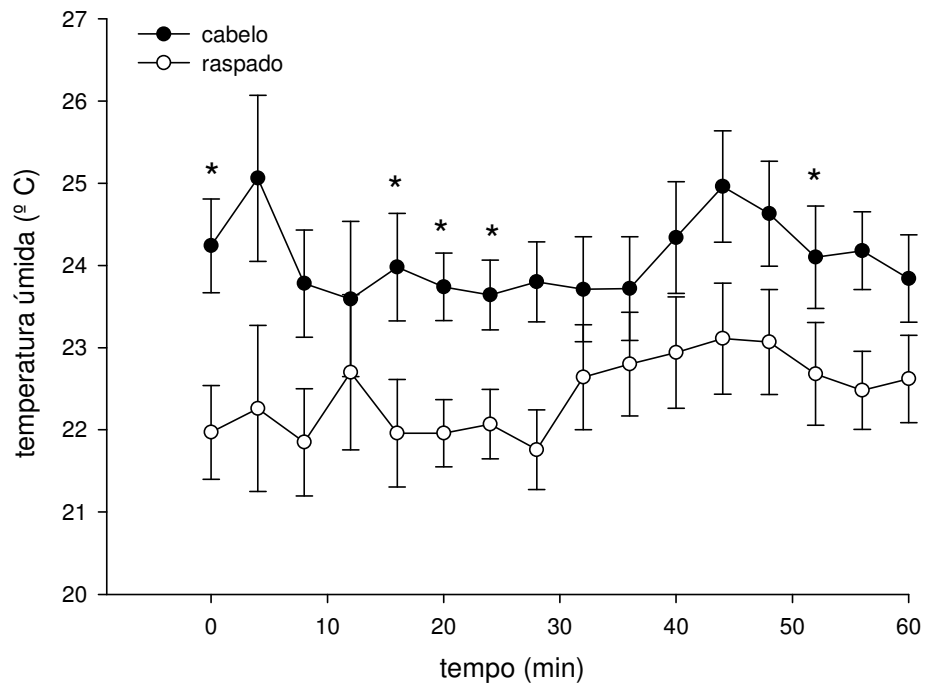


Figura 12. Média \pm erro padrão da temperatura úmida entre as duas situações ao longo do exercício. * indica $p < 0,05$. ANOVA ($F = 5,351$, $p = 0,03$).

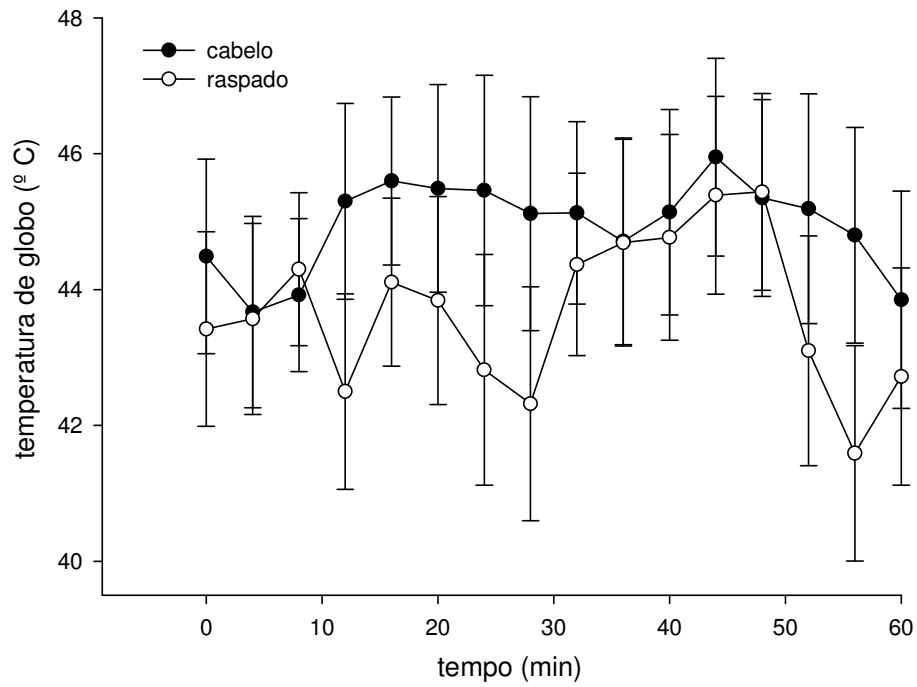


Figura 13. Média ± erro padrão da temperatura de globo entre as duas situações ao longo do exercício. ANOVA ($F = 0,616$, $p = 0,44$).

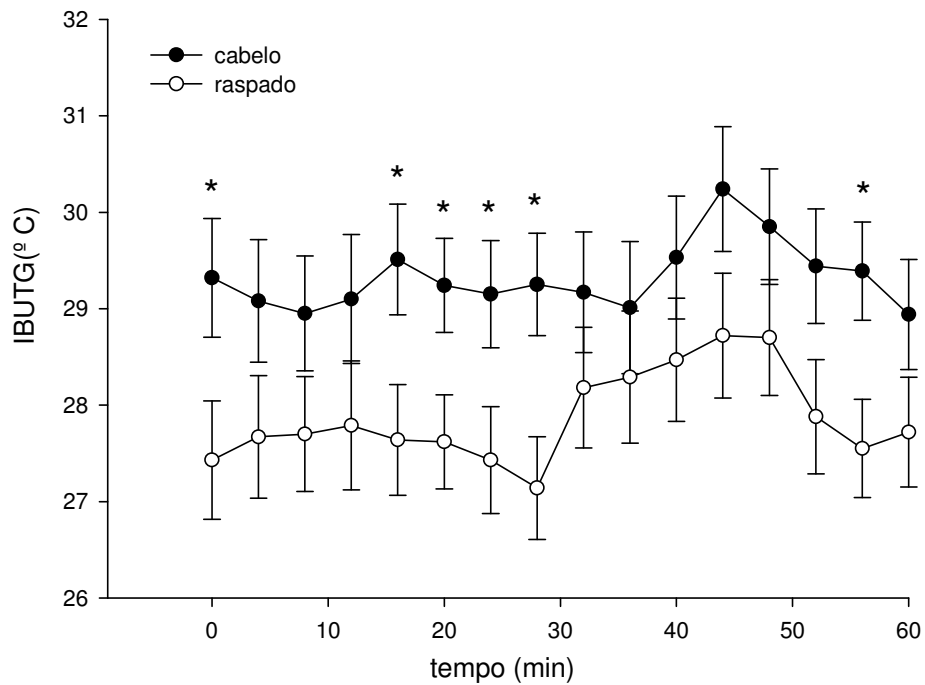


Figura 14. Média ± erro padrão do IBUTG entre as duas situações ao longo do exercício. * indica $p < 0,05$. ANOVA ($F = 4,949$, $p = 0,039$).

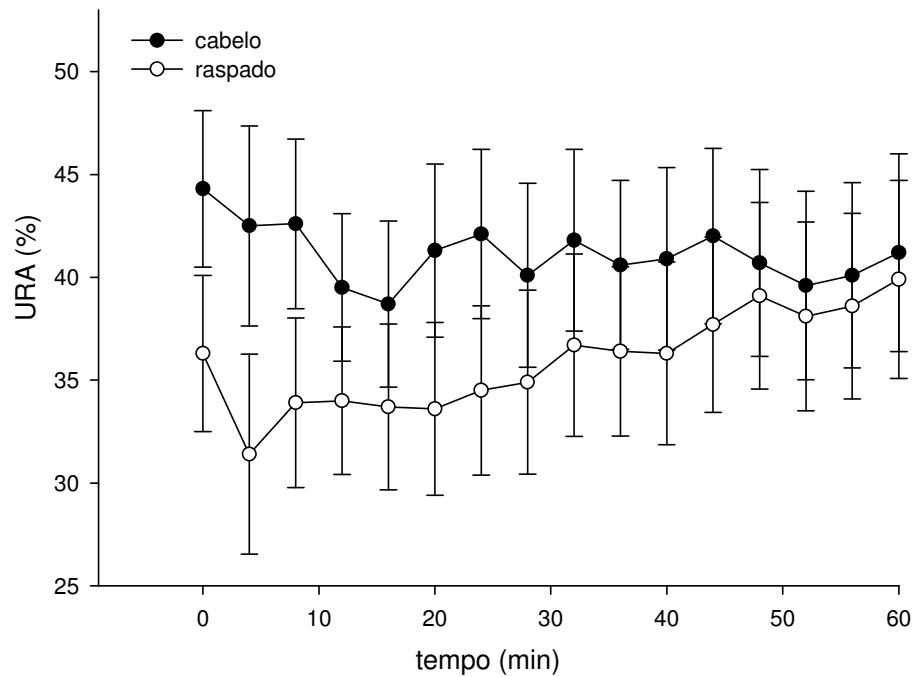


Figura 15. Média \pm erro padrão da umidade relativa do ar (URA) entre as duas situações ao longo do exercício. ANOVA ($F = 0,830$, $p = 0,37$).

5.2 Índice de Estresse Fisiológico (IEF)

A figura 16 mostra o índice de estresse fisiológico durante as duas situações de exercício contínuo. Não foi encontrada diferença nesta variável entre os dias analisados. No entanto, todos os pontos, em ambas as situações são diferentes do minuto inicial ($p < 0,05$). No decorrer do exercício apenas os minutos 32, 36 e 40 na situação cabelo e os minutos 36 e 40 na situação raspado não se diferem. Os demais pontos são diferentes dentro de uma mesma situação.

Entretanto, como observado anteriormente, as situações apresentavam características ambientais distintas, com IBUTG e temperatura úmida maiores na situação com cabelos intactos. Com o objetivo de retirar a influência da variação da temperatura do ambiente sobre esta variável foi realizada também uma análise de covariância (ANCOVA) utilizando o IBUTG como co-variável. Foi observada uma diferença estatística ($p < 0,05$) quando comparado as duas curvas de IEF. A situação com o cabelo raspado apresentou maiores valores de IEF quando comparado com a situação cabelo (Figura 17). As figuras dos valores individuais podem ser vistas no APÊNDICE A.

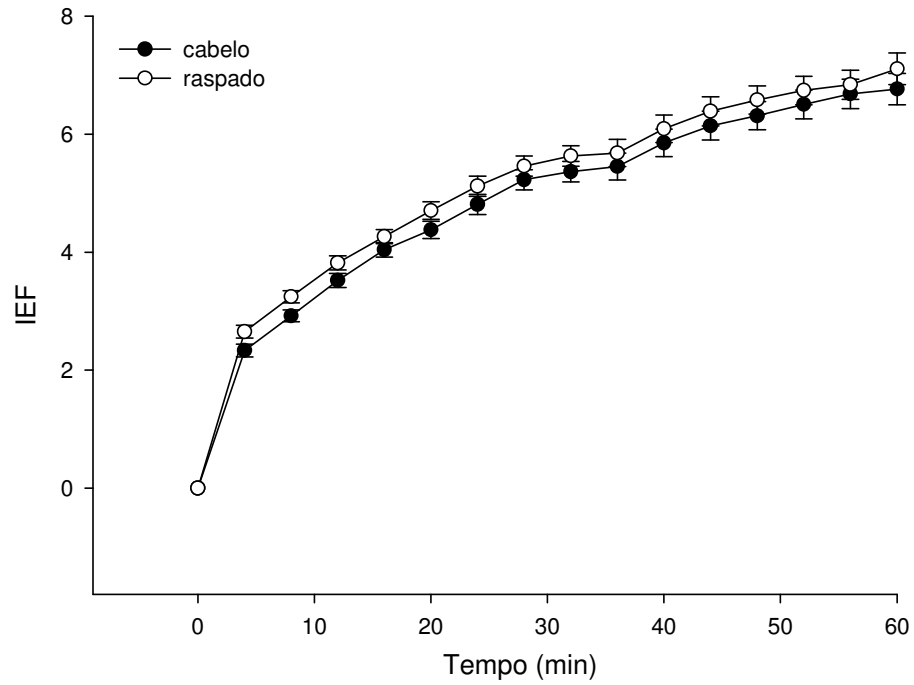


Figura 16. Média \pm erro padrão do Índice de Estresse Fisiológico (IEF) entre as duas situações ao longo do exercício. ANOVA ($F = 1,300$, $p = 0,269$)

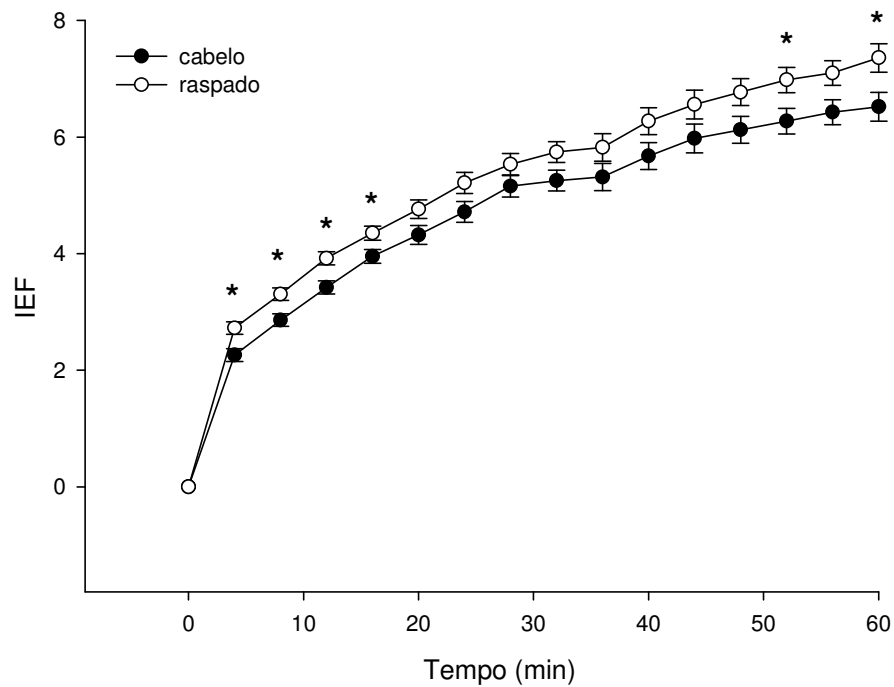


Figura 17. Média \pm erro padrão do Índice de Estresse Fisiológico (IEF) entre as duas situações ao longo do exercício. * indica $p < 0,05$. ANCOVA ($F = 5,222$, $p = 0,035$).

5.3 Frequência cardíaca

Os valores de frequência cardíaca encontrados estão apresentados na figura 18. Foi observada diferença significativa apenas nos valores de repouso, sendo maior no grupo com cabelo ($p < 0,05$) ($78,1 \pm 3,8$ vs $65,1 \pm 3,8$). Todos os pontos, em ambas as situações são diferentes do minuto inicial ($p < 0,05$). Com o propósito de minimizar a influência da frequência cardíaca de repouso no decorrer do exercício contínuo foi observado também o delta da frequência cardíaca sem e com a utilização da co-variável (Figura 19 e 20) respectivamente. Em ambas as análises a situação com cabelos raspados apresentou maiores valores que a situação com cabelos intactos.

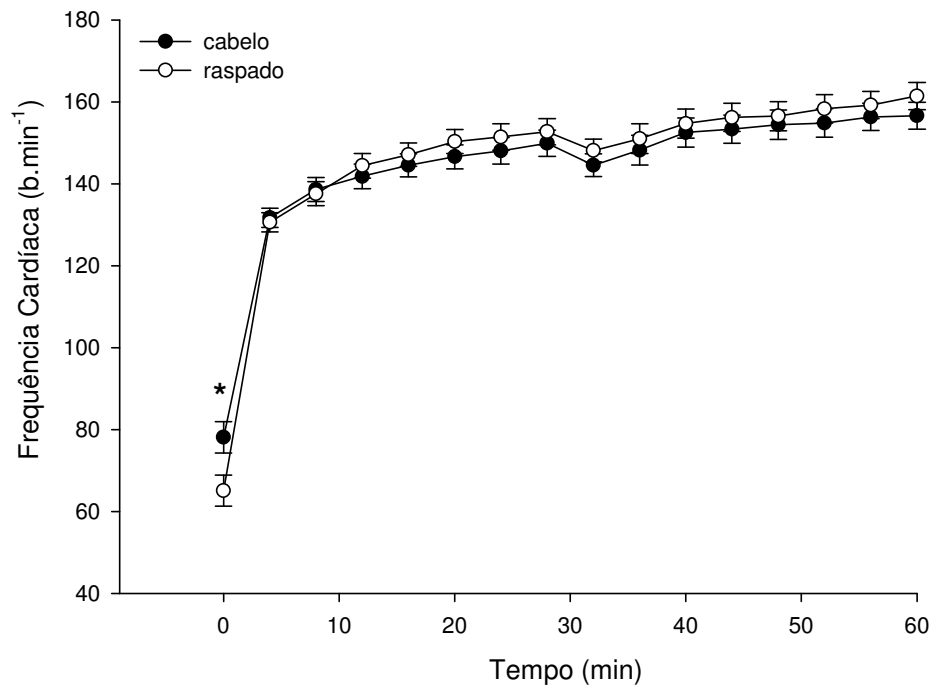


Figura 18. Média \pm erro padrão da Frequência Cardíaca entre as duas situações ao longo do exercício. * indica $p < 0,05$. ANOVA ($F = 0,148$, $p = 0,705$).

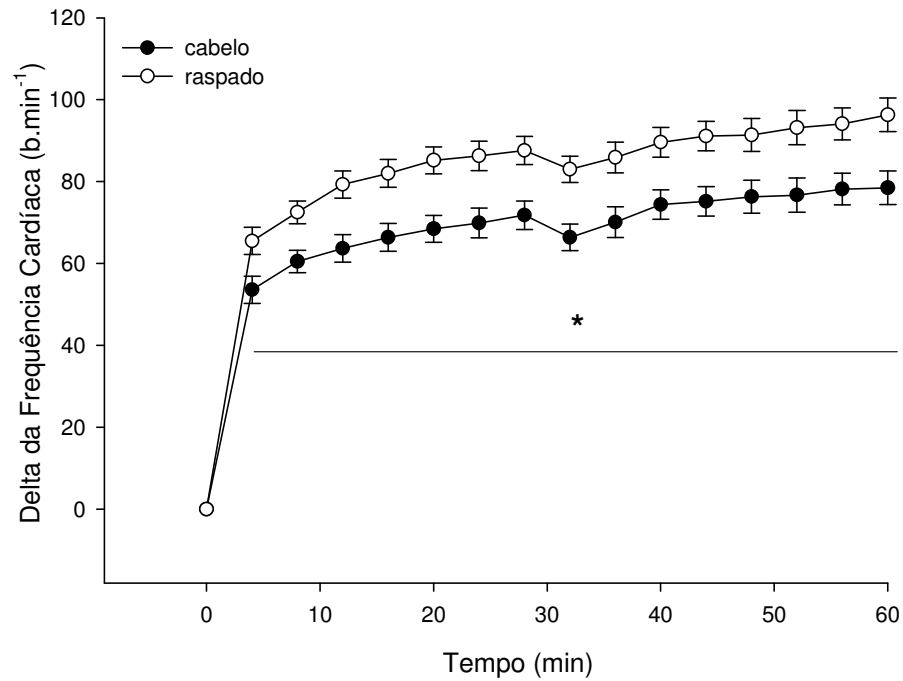


Figura 19. Média \pm erro padrão do delta da frequência cardíaca entre as duas situações ao longo do exercício. * indica $p < 0,05$. ANOVA ($F = 10,832$, $p = 0,004$).

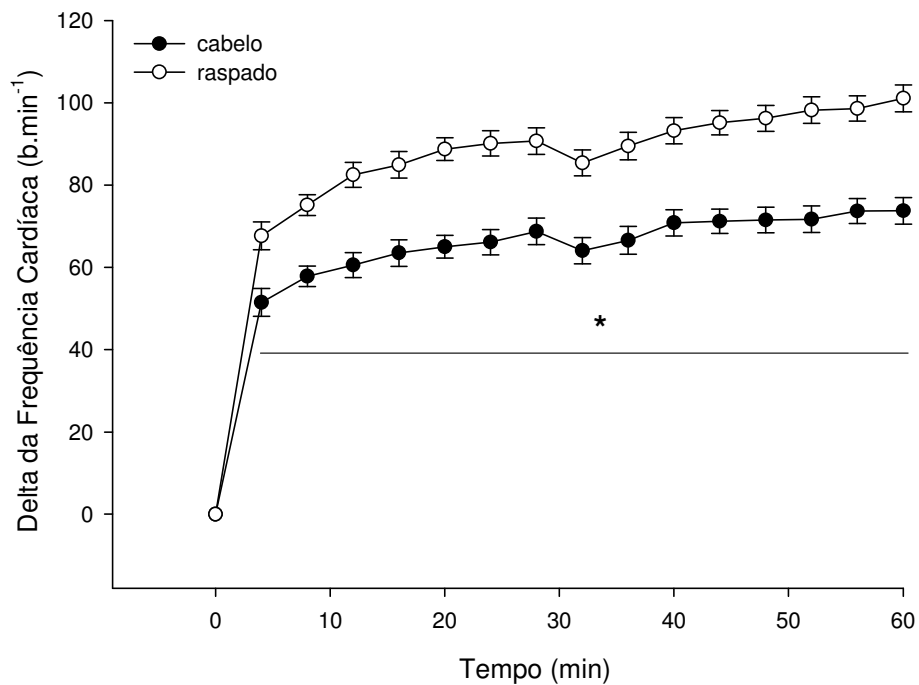


Figura 20. Média \pm erro padrão do delta da frequência cardíaca entre as duas situações ao longo do exercício. * indica $p < 0,01$. ANCOVA ($F = 29,009$, $p = 0,0001$).

5.4 Temperatura retal

Os valores de Temperatura retal encontrados estão apresentados na figura 21. Não foram observadas diferenças significativas entre as duas situações. No entanto, todos os pontos se diferem dentro de uma mesma situação, ou seja, a temperatura retal aumenta significativamente com o decorrer do exercício. Devido a variações comuns na temperatura retal inicial também foi analisados o delta da temperatura retal, tanto sem co-variável (Figura 22) quanto com a utilização de co-variável (Figura 23). Também não foram observadas diferenças significativas entre as situações em ambas as figuras.

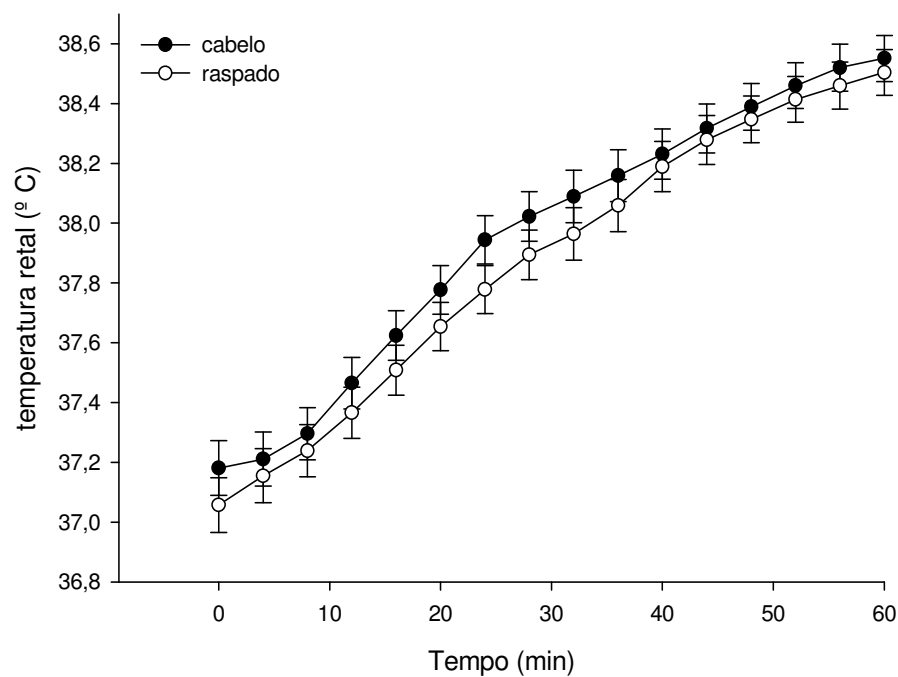


Figura 21. Média \pm erro padrão da temperatura retal entre as duas situações ao longo do exercício. ANOVA ($F = 0,697$, $p = 0,415$).

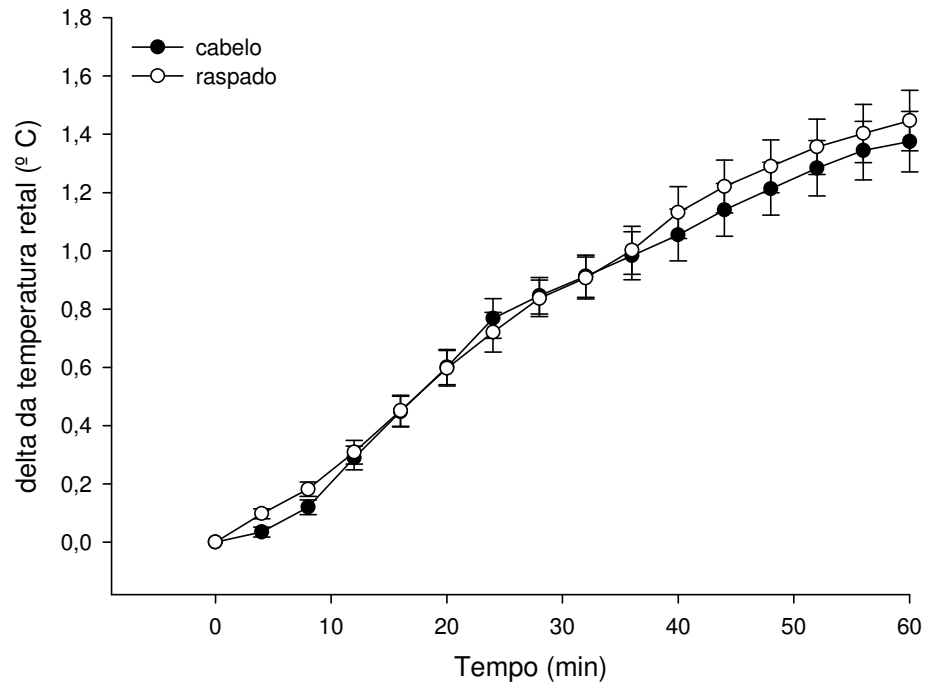


Figura 22. Média \pm erro padrão do delta da temperatura retal entre as duas situações ao longo do exercício. ANOVA ($F = 0,157$, $p = 0,696$).

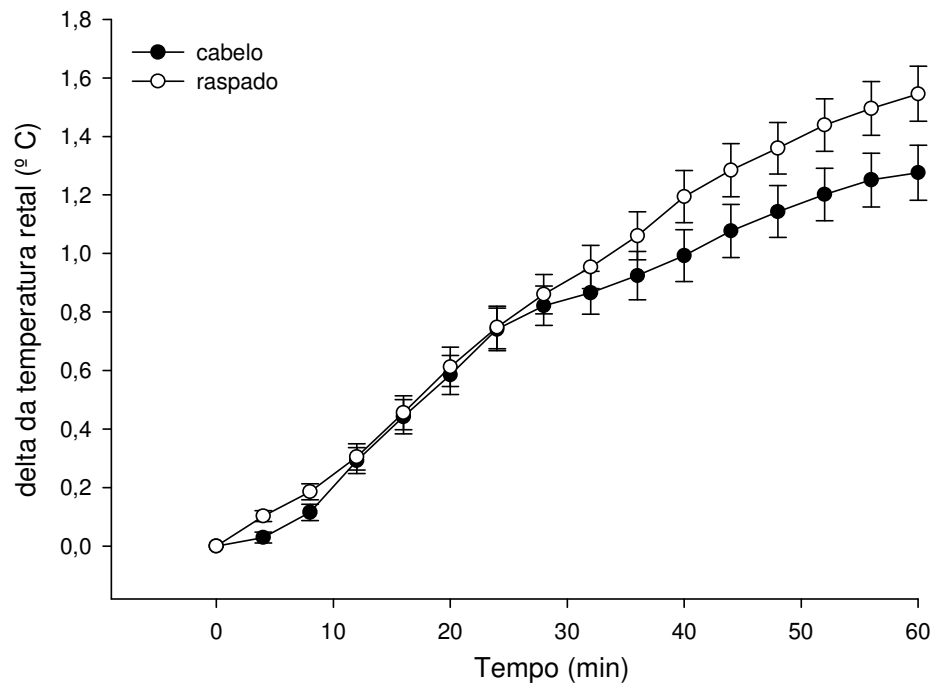


Figura 23. Média \pm erro padrão do delta da temperatura retal entre as duas situações. ANCOVA ($F = 1,630$, $p = 0,219$).

5.5 Percepção subjetiva do esforço (PSE) e conforto térmico

A figura 24 retrata a mediana da PSE exatamente como foi registrada durante o exercício contínuo. Não foram observadas diferenças entre as duas situações ao longo de todo o exercício. No entanto, a partir do minuto 12 em ambas as situações, a PSE foi maior que o minuto 2, que representa a primeira medida.

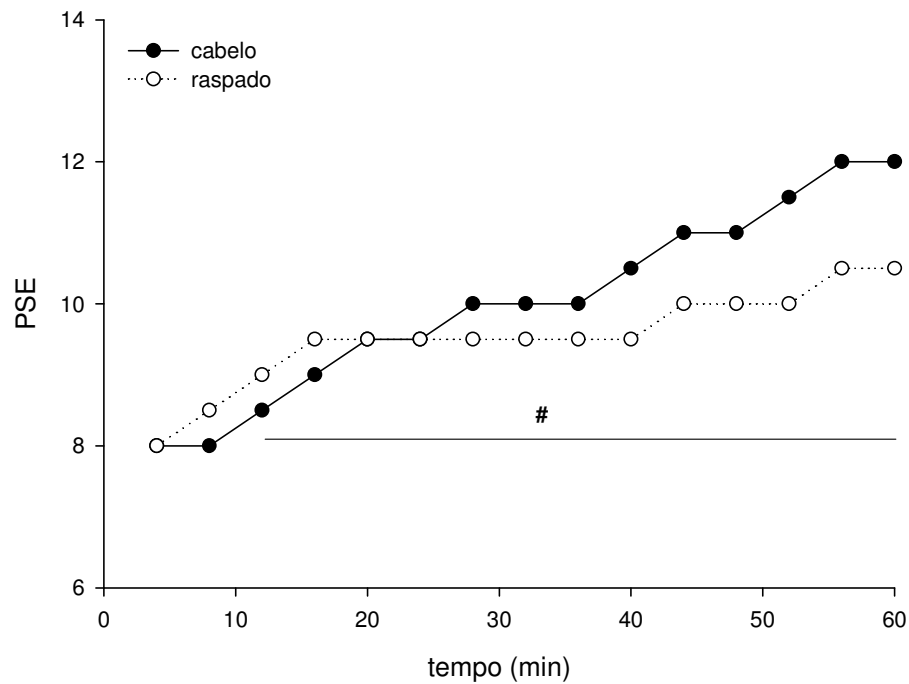


Figura 24. Mediana da Percepção subjetiva do esforço absoluta nas duas situações ao longo do exercício. # indica diferença do minuto zero nas situações com e sem o cabelo raspado $p < 0,05$.

A figura 25 apresenta a mediana do conforto térmico nas duas situações. Foi observada diferença significativa apenas no minuto 16 ($p < 0,05$), com a situação com cabelos raspados apresentando maior valor de mediana.

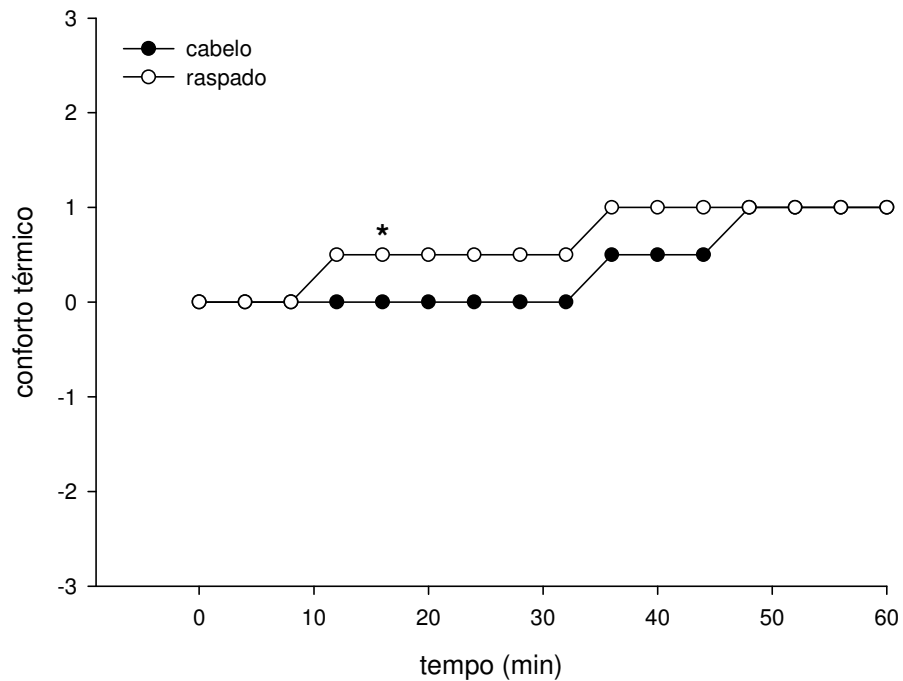


Figura 25. Mediana do Conforto Térmico absoluto nas duas situações ao longo do exercício. * indica $p < 0,05$ entre as duas situações.

5.6 Taxa de sudorese Total

A figura 26 apresenta a taxa de sudorese total. Após a realização do teste t pareado foi possível observar que taxa de sudorese do grupo raspado foi maior que a do grupo com cabelos intactos ($p < 0,05$).

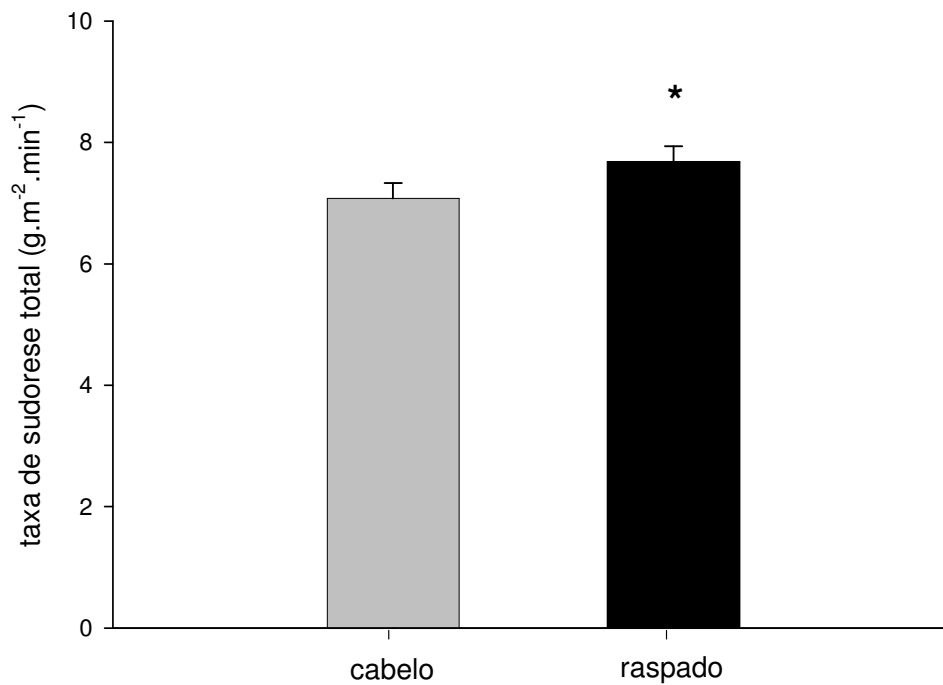


Figura 26. Média \pm erro padrão da taxa de sudorese total após teste t pareado entre as duas situações. * indica $p < 0,05$. ($p = 0,03$)

5.7 Taxa de Sudorese Local

A figura 27 mostra a taxa de sudorese local medida durante a segunda metade do exercício contínuo. Não foram observadas diferenças entre as duas situações em todos os locais analisados. No entanto, as regiões da testa e do peito apresentaram maiores valores ($p < 0,05$) que a região do braço e da coxa em ambas as situações. Raspar a cabeça não levou a redistribuição local da sudorese.

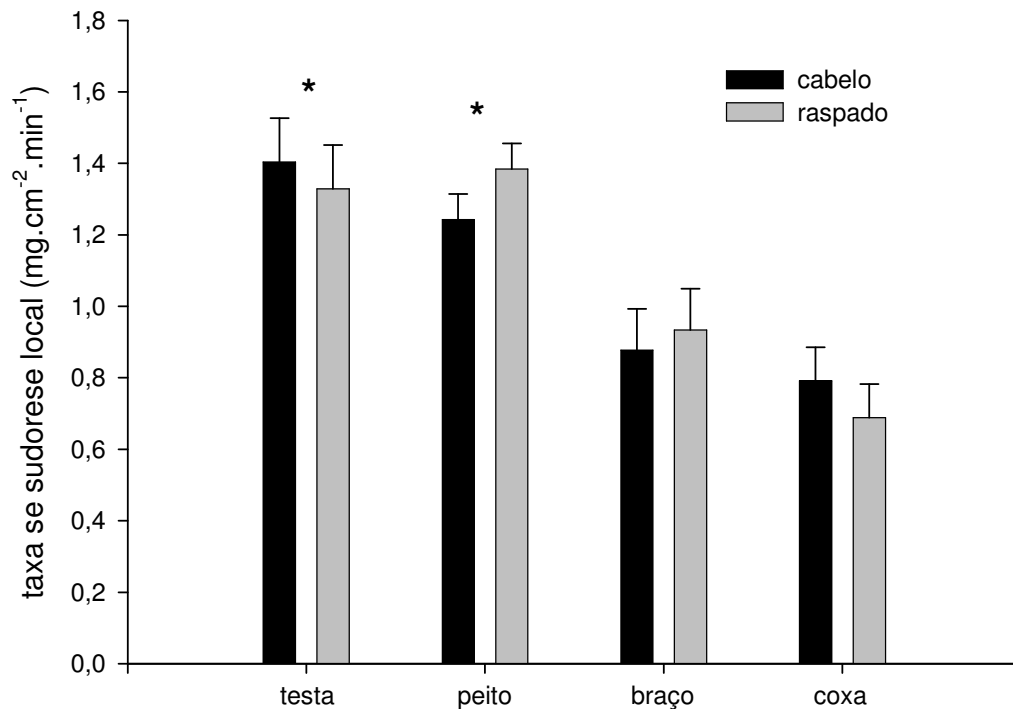


Figura 27. Média \pm erro padrão da taxa de sudorese local da testa, peito, braço e coxa entre as duas situações. * indica $p < 0,05$ em comparação ao braço e coxa em uma mesma situação.

5.8 Volume de água ingerido

O volume de água ingerida está expressa na figura 28, de forma absoluta com análise de covariância. Não foram observadas diferenças entre as duas situações tanto de forma absoluta (figura 28a) quanto após a análise de covariância (figura 28b).

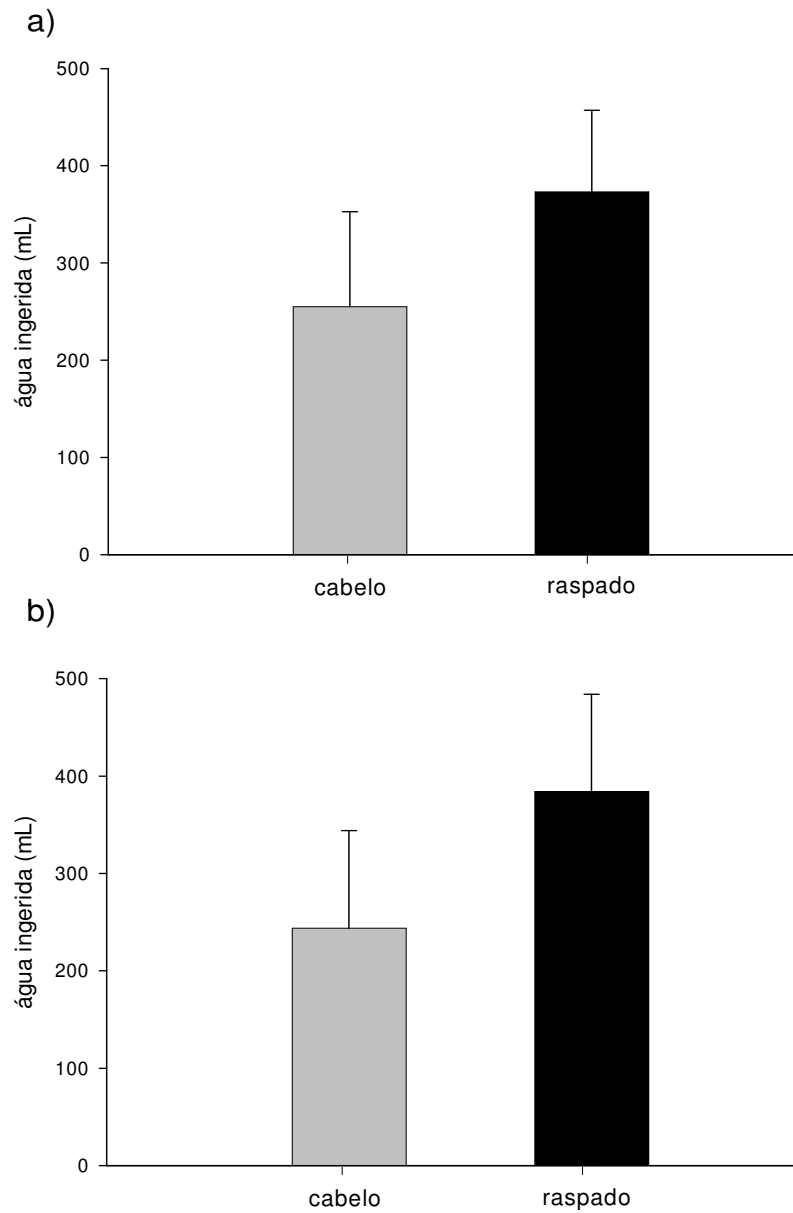


Figura 28. Média \pm erro padrão do volume de água ingerida após teste t pareado (a) e volume de água ingerida após análise de covariância (b).

5.9 Temperatura da pele, temperatura da cabeça e temperatura corporal

A figura 29 mostra a temperatura média da pele obtida através de análise de covariância. Não foram observadas diferenças entre as duas situações na análise realizada. No decorrer do exercício contínuo a temperatura da pele apresentou menores valores ($p < 0,05$) que o minuto zero no minuto 4 na situação cabelo e nos minutos 32, 40, 44 e 56 na situação raspado comparados com o minuto inicial.

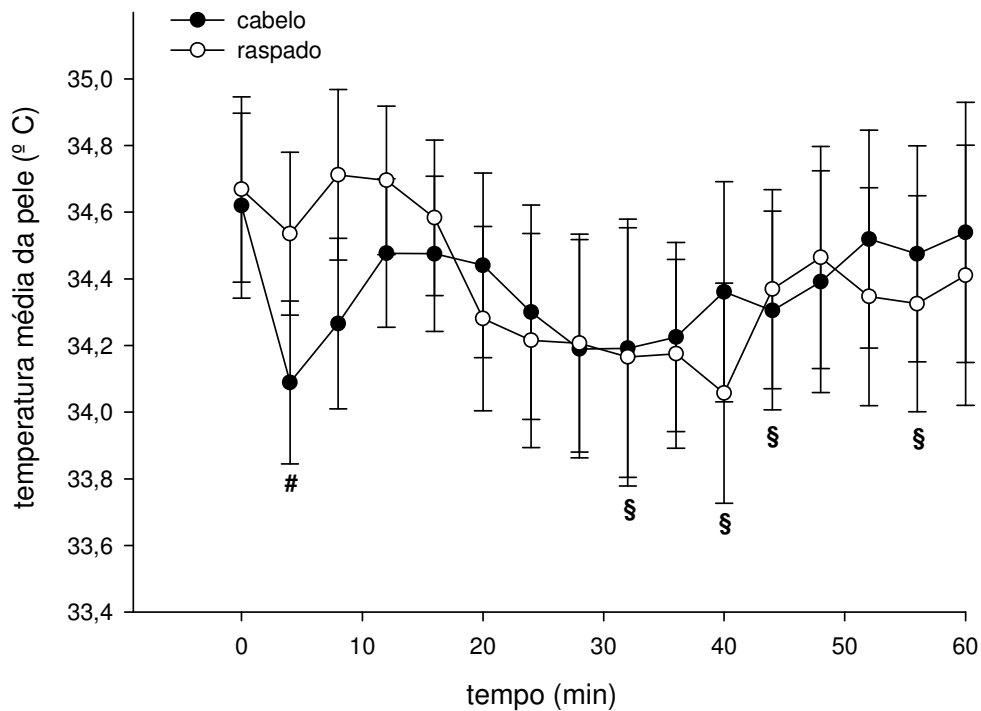


Figura 29. Média \pm erro padrão da temperatura da pele corrigida (ANCOVA). # indica diferença do minuto zero na situação cabelo $p < 0,05$. § indica diferença do minuto zero na situação raspado $p < 0,05$. ANCOVA ($F = 0,003$, $p = 0,957$).

A figura 30 mostra a temperatura média da cabeça e o delta da temperatura média da cabeça obtida através de análise de covariância. Apenas o minuto zero foi maior ($p < 0,05$) na situação cabelo. Após a análise de covariância foram observados menores valores ($p < 0,05$) no minuto 4, 8 e 40 na situação com cabelo intacto e nos minutos 4, 8 e 36 na situação com cabelo raspado comparados com o minuto inicial. Também não foram observadas diferenças entre as duas situações no delta da temperatura da cabeça ao longo do exercício.

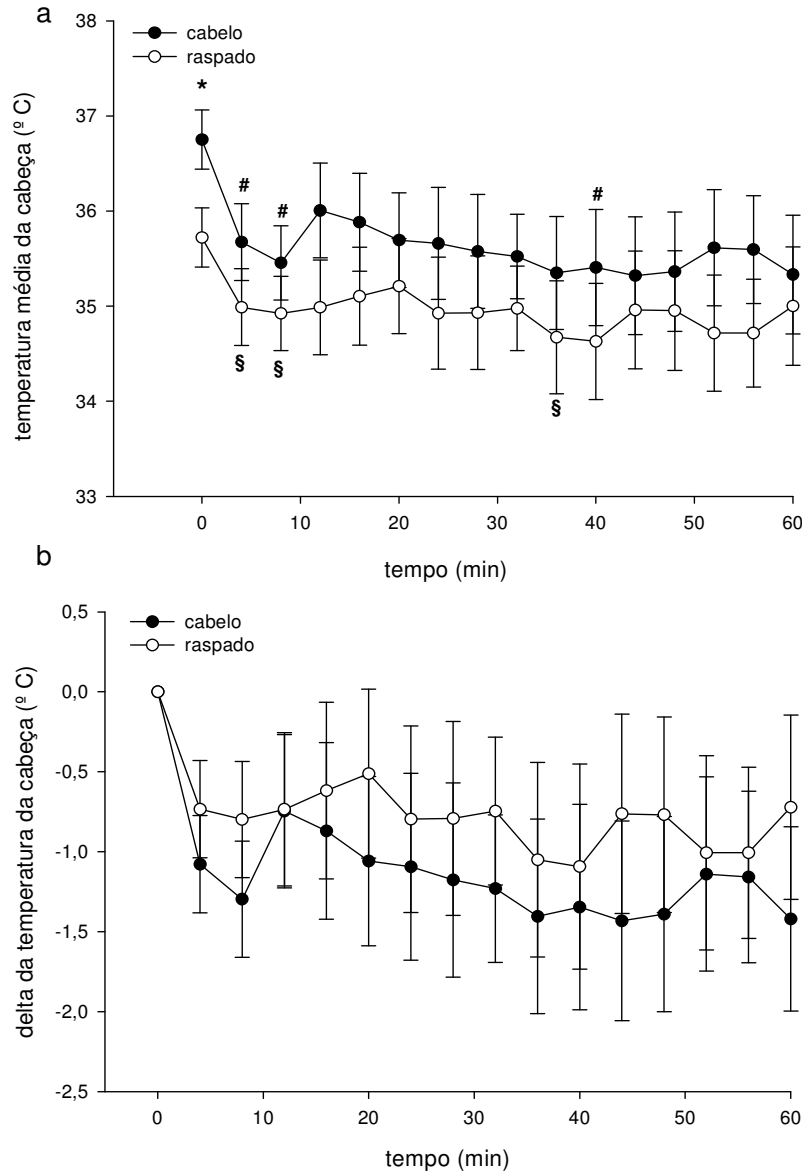


Figura 30. Média \pm erro padrão da temperatura média da cabeça corrigida (ANCOVA - $F = 0,906$, $p = 0,355$) (a) e delta da temperatura da cabeça corrigida (ANCOVA - $F = 0,265$, $p = 0,61$) (b). * indica $p < 0,05$. # indica diferença do minuto zero na situação cabelo $p < 0,05$. § indica diferença do minuto zero na situação raspado $p < 0,05$.

A figura 31 mostra a temperatura média corporal e o delta da temperatura média corporal obtida através de análise de covariância. Não foram observadas diferenças entre as duas situações ao longo do exercício. Separadamente, as três temperaturas que compõem a média da temperatura da cabeça (Figura 32) também não apresentaram diferenças entre as situações, obtendo os seguintes resultados de ANCOVA: temperatura do topo ($F = 4,331$, $p = 0,053$), temperatura da testa ($F = 0,001$, $p = 0,98$) e temperatura do queixo ($F = 0,026$, $p = 0,566$).

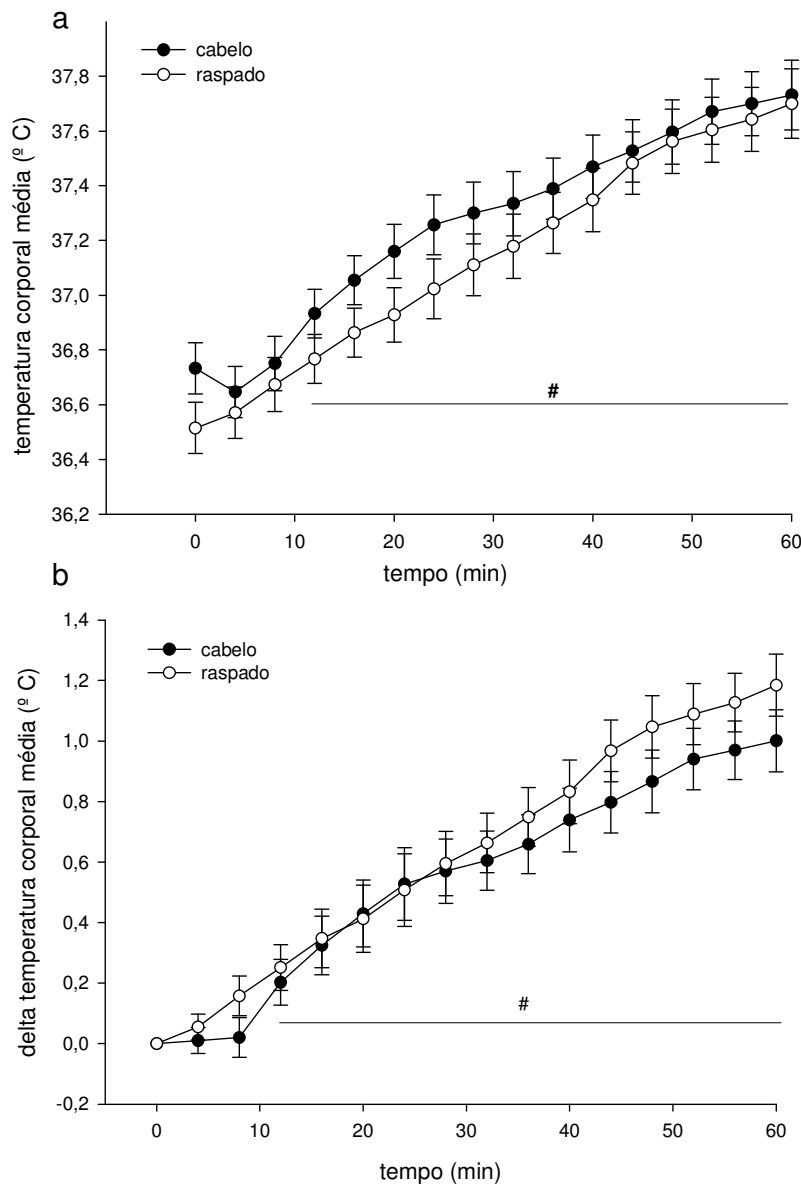


Figura 31. Média \pm erro padrão da temperatura média corporal corrigida (ANCOVA - $F = 0,732$, $p = 0,404$) (a) e delta da temperatura média corporal corrigida (ANCOVA - $F = 0,518$, $p = 0,48$) (b). # indica diferença do minuto zero em ambas as situações $p < 0,05$.

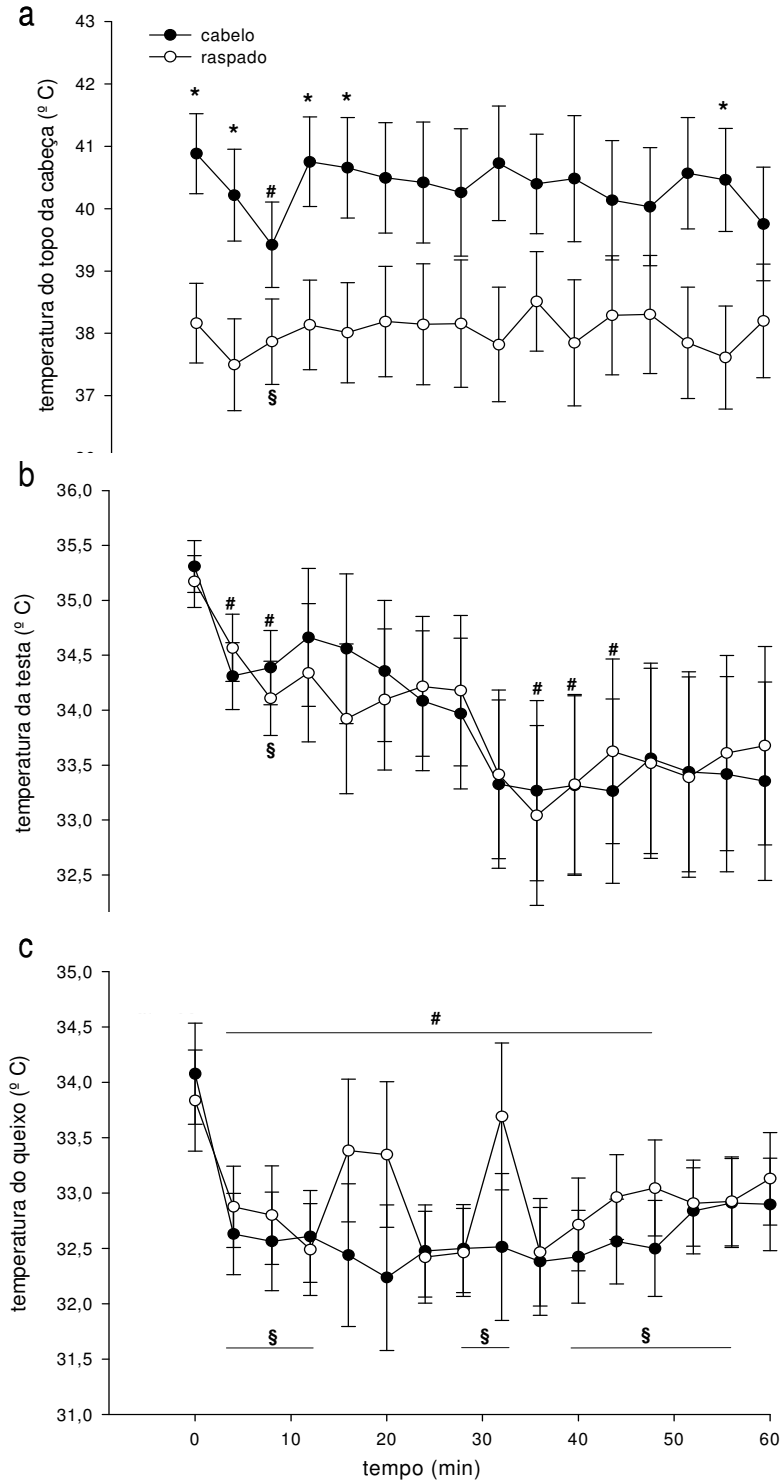


Figura 32. Média \pm erro padrão da temperatura do topo da cabeça (a), da testa (b) e do queixo (c) corrigida (ANCOVA). * indica $p < 0,05$ entre as situações. # indica diferença do minuto zero na situação cabelo $p < 0,05$. § indica diferença do minuto zero na situação raspado $p < 0,05$.

5.10 Correlação entre a Temperatura do topo da cabeça e a temperatura de globo

A figura 33 mostra a existência de correlação positiva e significativa entre a temperatura do topo da cabeça e a temperatura de globo durante o exercício contínuo na situação cabelo ($p < 0,01$) e na situação raspado ($p < 0,05$). Para análise dos dados foram usados 8 valores diferentes de cada voluntário, totalizando 80 valores para cada situação.

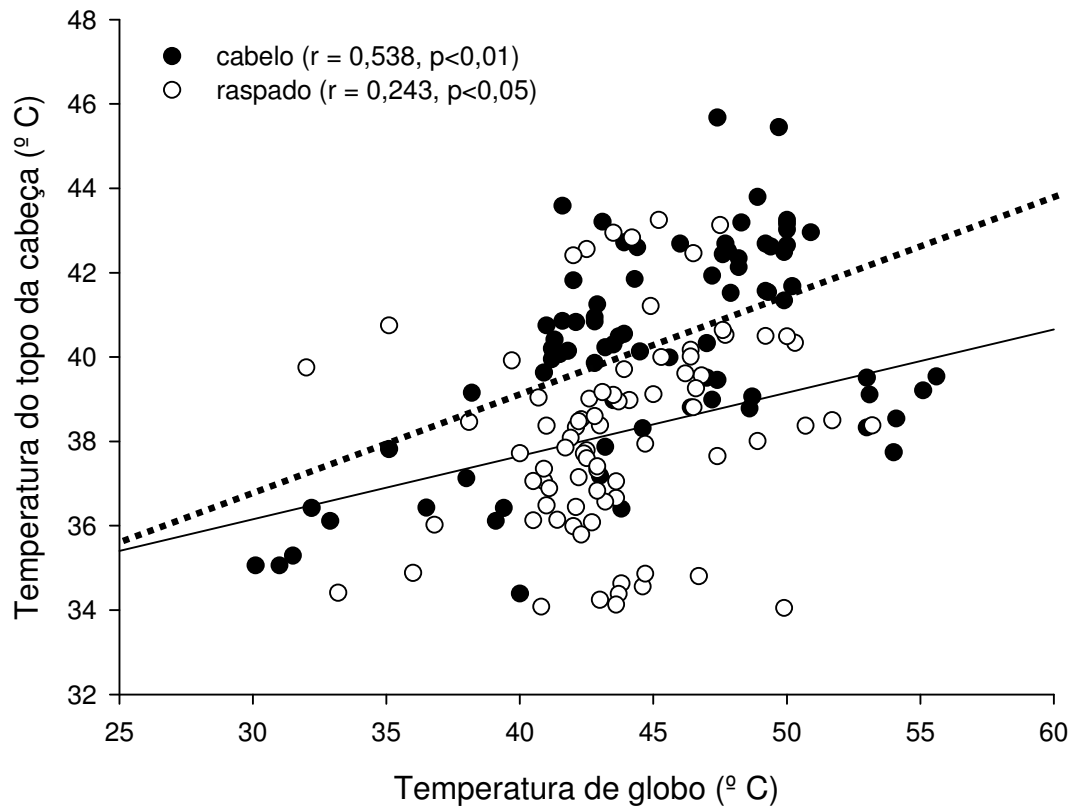


Figura 33. Correlação entre a temperatura do topo da cabeça e temperatura de globo nas duas situações. Linha pontilhada representa a situação cabelo e linha contínua representa a situação cabelo raspado.

5.11 Correlação entre Índice de Estresse Fisiológico e IBUTG

A figura 34 mostra a correlação entre o índice de estresse fisiológico médio e o IBUTG médio de cada voluntário. Apenas na situação com cabelos intactos foi observada a existência de correlação positiva e significativa ($p < 0,05$). Na situação com cabelos raspados não foi observada correlação significativa.

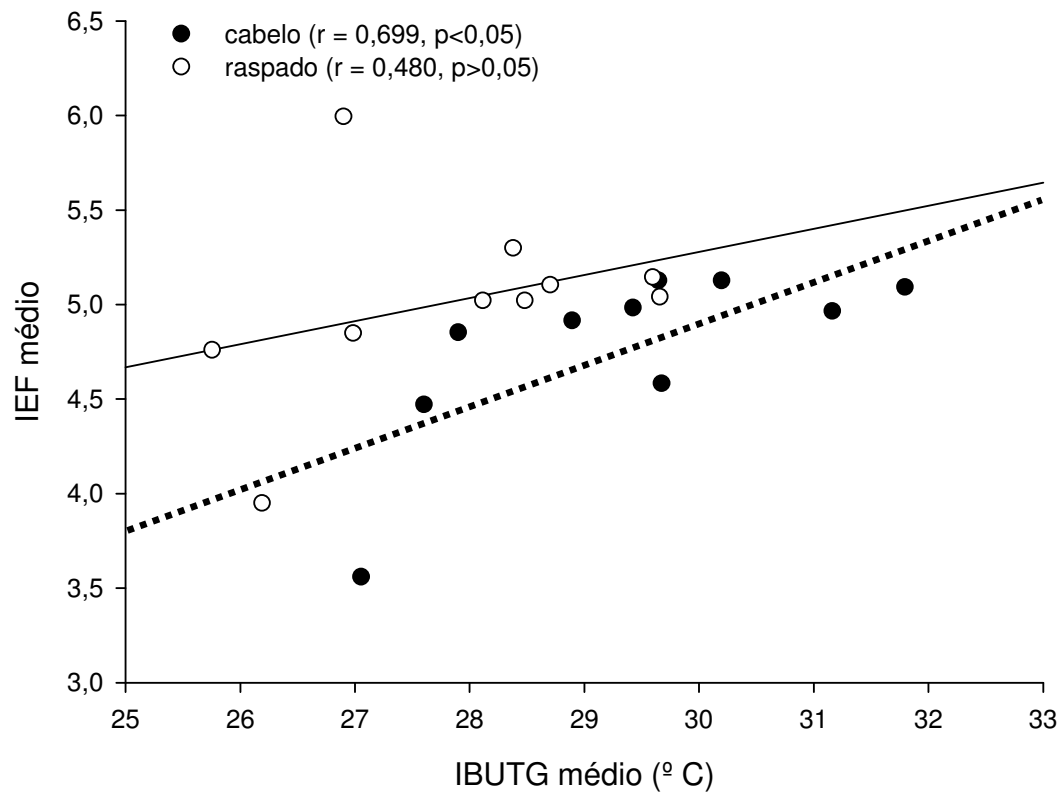


Figura 34. Correlação entre o Índice de Estresse Fisiológico (IEF) médio e IBUTG médio nas duas situações. Linha pontilhada representa a situação cabelo e linha contínua representa a situação raspado.

5.12 Correlação entre Índice de Estresse Fisiológico e PSE

A figura 35 mostra a correlação entre o índice de estresse fisiológico e a Percepção Subjetiva do Esforço (PSE). Apenas na situação com cabelos raspados foi observada a existência de correlação positiva e significativa ($p < 0,05$). Na situação com cabelos intactos não foi observada correlação significativa.

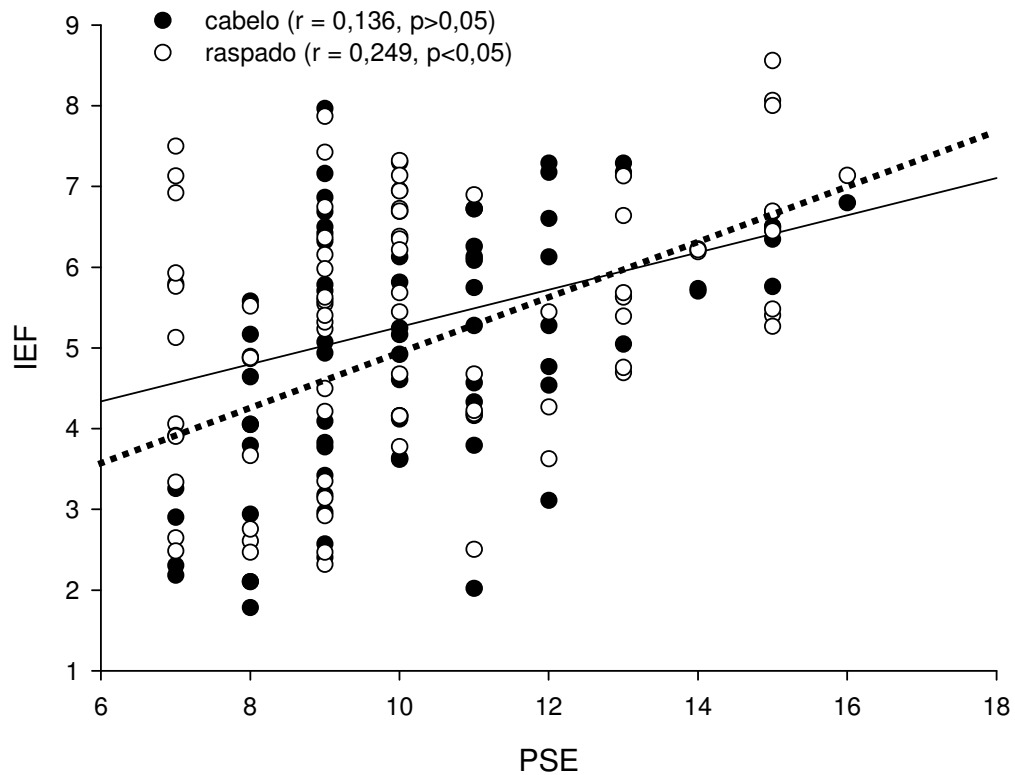


Figura 35. Correlação entre o Índice de Estresse Fisiológico (IEF) e Percepção Subjetiva do Esforço (PSE) nas duas situações. Linha pontilhada representa a situação cabelo e linha contínua representa a situação raspado.

6 Discussão

O objetivo do presente estudo consistiu em testar a hipótese de que o cabelo humano poderia representar uma barreira ao ganho de calor pela radiação solar, permitindo menores índices fisiológicos de estresse térmico durante o exercício contínuo num ambiente quente sob o sol. Após a análise dos dados foi observado que o índice de estresse fisiológico foi maior nos indivíduos com os cabelos raspados, confirmando nossa hipótese teórica. Além de maior índice de estresse fisiológico, os indivíduos com cabelos raspados também apresentaram maior taxa de sudorese total. Estes achados dão suporte à teoria evolutiva da manutenção dos pêlos na cabeça em relação aos demais pêlos corporais, como uma vantagem termorregulatória devido à proteção da radiação solar. Esta teoria foi proposta por Wheller em uma série de produções científicas (WHEELER, 1984, 1985, 1991a, 1991b, 1992, 1994).

6.1 Estresse térmico ambiental e variáveis estudadas

A maioria dos estudos em termorregulação humana é realizada em câmaras ambientais, e não no ambiente externo natural onde às atividades físicas são mais freqüentes em parte porque a realização de estudos num ambiente externo é mais complexa, devido à imprevisibilidade ambiental quanto às características térmicas, ao regime de ventos e à radiação solar. Contudo, para que o objetivo deste estudo fosse alcançado era de fundamental importância a sua realização em ambiente externo, pois o modelo evolutivo aqui abordado, resumidamente, defende a preservação do cabelo com objetivo de proteção da radiação solar direta, portanto, sujeita às variações típicas do ambiente natural. Assim, se este estudo fosse realizado em ambiente interno, mesmo com a possibilidade de simulação dos raios ultravioletas em situação laboratorial, a semelhança esperada com as condições externas ficaria prejudicada.

Diferente dos experimentos realizados em câmaras ambientais, os fatores ambientais durante o nosso estudo apresentaram oscilações (Figuras 11 a 15), característica comum em estudos realizados em ambiente externo (NIELSEN et al., 1988). No nosso estudo, com freqüência, ocorreu o adiamento da coleta de dados devido a chuvas ou formação de nuvens, e os experimentos eram realizados apenas em condições ambientais nas quais a presença do sol era predominante.

Após a análise de variância, foi observado que a temperatura úmida apresentou diferença significativa entre as duas situações experimentais (Figura 12). No entanto, as médias da temperatura seca (Figura 11) e de globo (Figura 13) também variaram para mais (embora sem significância estatística) e permaneceram mais altas na situação com o cabelo intacto durante maior parte do exercício, e estas pequenas diferenças somadas à diferença significativa encontrada na temperatura úmida influenciaram conjuntamente para que a diferença encontrada no IBUTG também fosse significativa (Figura 14). Estes resultados indicaram que o dia no qual os indivíduos realizaram o exercício com cabelos intactos o estresse térmico ambiental foi maior que no dia com cabelos raspados. Não foi medida neste estudo a radiação solar direta, porém os valores obtidos com a temperatura de globo inferem os valores momentâneos da radiação solar.

As variações nas temperaturas ambientes promovem alterações fisiológicas, seja pela alteração na temperatura seca (ARNGRÍSSON et al., 2003) ou na umidade relativa do ar (KAMON E BELDING, 1971). Segundo Connolly e Wilcox (2000) o fator ambiental mais importante na determinação da perda evaporativa de suor é a umidade. E em condições de alta umidade, menos evaporação ocorre devido à grande saturação de moléculas de água presentes no ar.

Com o objetivo de verificar o efeito do aquecimento da cabeça por radiação, Nagai et al. (1996), utilizou um dispositivo ao redor da cabeça impondo uma temperatura de globo (T_g) de 0, 35 e 40° C em dois ambientes distintos (18° e 28° C) durante exercício a 37% do VO_{2max} . Eles observaram que a frequência cardíaca aumentou com a presença de radiação ($T_{globo} = 35^\circ$ ou 40° C) apenas na temperatura ambiente de 18° C, comparada à situação sem radiação, se mantendo inalterada no ambiente a 28° C. Demonstrando, portanto, a influência da temperatura seca nas modificações da frequência cardíaca.

Arngrísson et al. (2003) realizaram um estudo sobre o comportamento de algumas variáveis fisiológicas com aumento da temperatura ambiente e observaram que enquanto a temperatura da pele e a frequência cardíaca aumentavam progressivamente em resposta ao aumento da temperatura ambiente, a temperatura retal não se modificava em uma faixa ampla de 25° C a 40° C, aumentando apenas em temperaturas ambientes extremas (45° C). Concordando com Lind (1963), que observou comportamento semelhante da temperatura retal, eles mostraram, por conseguinte, que a temperatura retal não é influenciada por variações pequenas na temperatura ambiente, o que foi observado também em nosso estudo.

Para avaliar adequadamente o estresse ambiental foi utilizado em nosso estudo o índice de bulbo úmido e temperatura de globo (IBUTG). Segundo Moran e Epstein (2006), o IBUTG é o índice de estresse ao calor mais utilizado em todo o mundo, e foi desenvolvido pela marinha americana como parte de um estudo no calor relacionado a lesões resultantes do treinamento militar, que levou em consideração a temperatura seca, temperatura úmida e temperatura de globo (Equação 2). Ainda para Moran e Epstein (2006) o IBUTG ganhou popularidade devido à simplicidade e conveniência de seu uso e rapidamente foi considerado o índice de estresse ao calor mais comum para descrever o estresse ambiental. No entanto, estes mesmo autores criticam em parte a utilização deste índice, pois para eles a utilização da temperatura de globo é inadequada em muitas circunstâncias, pois sua medida requer cerca de trinta minutos para atingir o equilíbrio. No nosso caso, o aparelho de IBUTG era posicionado cerca de 40 minutos antes do início do protocolo, o que permitia estabelecer um valor médio para a condição experimental. Além disso, observa-se que o IBUTG varia intensamente ao longo do exercício, com oscilações que ocorrem em tempos menores do que 30 minutos, indicando sua sensibilidade às variações do estresse térmico ambiental.

Com o intuito de verificar as observações anteriores foi realizado um teste de correlação entre o índice de estresse fisiológico (IEF) médio e o IBUTG médio. O teste de Pearson demonstrou correlação significativa entre o IBUTG e o IEF apenas no grupo com cabelos (Figura 34). A ausência de correlação na situação raspada pode ser devido ao pequeno número de amostragem e a pequena variação de IBUTG médio entre os voluntários. Pois de acordo com as informações anteriores seria esperada correlação significativa não apenas no grupo com cabelos, mas nas duas situações.

O IBUTG foi medido e usado como co-variável sempre que necessário, ou seja, uma vez que, por casualidade, o estresse térmico provocado pelo ambiente foi maior durante a situação experimental com cabelo, o que permitiu a análise de covariância com o propósito de observar se a diferença ambiental poderia anular os eventuais efeitos protetores do cabelo e ser assim a responsável pela ausência de diferença entre as situações.

6.2 Índice de Estresse Fisiológico

Após a realização da análise de covariância (ANCOVA) foram observadas diferenças estatísticas ($p < 0,05$) entre as duas curvas de IEF. A situação com o cabelo raspado apresentou maiores valores de IEF quando comparada com a situação de exercício com o cabelo intacto (Figura 17). Como vimos na descrição dos métodos, o IEF é baseado na variação da temperatura retal (T_{re}) e na variação da frequência cardíaca (FC) e representa uma combinação entre o estresse que o aumento da temperatura corporal impõe ao sistema termorregulatório e ao sistema cardiovascular. A FC e a T_{re} contribuem igualmente para o IEF, mas é possível analisar separadamente a contribuição de cada uma das partes da equação no estresse fisiológico. A T_{re} reflete a quantidade de calor armazenado e sua dificuldade em ser dissipado para o ambiente e se eleva lentamente durante o exercício devido à produção de calor proveniente da contração muscular, enquanto a FC reflete rapidamente as respostas do sistema circulatório, diante das demandas metabólicas e ambientais (MORAN et al., 1995). Assim, o IEF apresenta, portanto, um componente lento e um componente rápido.

A FC de repouso iniciou-se maior na situação com cabelos intactos e não foram observadas diferenças entre as situações ao longo do exercício (Figura 18). A diferença encontrada na FC de repouso pode ser atribuída a um ou dois fatores: 1) estresse térmico ambiental maior no dia com cabelo (JOSE et al., 1970; ARNGRÍSSON et al., 2003) e 2) ansiedade do primeiro dia de protocolo, levando à redução do tônus vagal (WATKINS et al., 1998).

O estresse ao calor aumenta a frequência cardíaca tanto em repouso (JOSE et al., 1970; ARNGRÍSSON et al., 2003) quanto em intensidades submáximas (ARNGRÍSSON et al., 2003; GONZÁLEZ-ALONSO et al. 2000). A elevação da frequência cardíaca no calor é devido à retirada do tônus parassimpático, aumento da atividade simpática e quando a temperatura central aumenta, pelo aumento da temperatura sanguínea no nodo sinoatrial (CHRISTENSEN, 1983; GORMAN E PROPPE, 1984). Segundo Arngrísson et al. (2003), sob condições de altos níveis de estresse cardiovascular, associados com altas temperaturas da pele e central, a grande vasodilatação da pele resultaria na redução do volume sanguíneo, levando à diminuição do volume de ejeção e conseqüentemente elevando a frequência cardíaca para compensar e manter o débito cardíaco necessário.

Devido a esta diferença encontrada no valor de repouso foi utilizado o delta da frequência cardíaca para observar se existem diferenças entre as situações ao longo do exercício. Após a análise de variância e de covariância foi observado que o delta da frequência cardíaca foi maior na situação com os cabelos raspados, desde a primeira medida (Figura 19 e 20). Mesmo o IBUTG sendo menor na situação com o cabelo raspado a diferença foi significativa, evidência que se tornou ainda mais nítida com a realização da análise de covariância.

Já a temperatura retal não foi diferente entre as duas situações durante todo o exercício (Figura 21). O delta da temperatura retal também não foi diferente, mesmo após a análise de covariância (Figura 23). Entretanto, diferentemente da frequência cardíaca, a qual reflete as mudanças na taxa metabólica e nas condições ambientais, a temperatura retal reflete primariamente o calor armazenado, proveniente principalmente da contração da musculatura esquelética, sendo as alterações na temperatura retal mais lenta que as da frequência cardíaca (MORAN et al., 1995). A figura 23 mostra um distanciamento entre as duas situações experimentais ao longo do exercício, com a situação cabelo raspado apresentando maiores valores. Como a temperatura retal apresenta resposta mais lenta e gradual (MORAN et al., 1995), é possível que o tempo de exercício (1 hora) não tenha sido suficiente para indicar diferenças significativas entre as duas situações experimentais na temperatura retal.

A diferença encontrada no IEF entre as duas situações pode ser atribuída principalmente ao maior delta da frequência cardíaca encontrado no grupo com cabelos raspados, visto que o delta da temperatura retal não apresentou diferença. Como o IEF é influenciado por estas duas variáveis e a frequência cardíaca é mais sensível a alterações externas (ARNGRÍSSON et al., 2003), fica clara a maior contribuição da FC no aumento do IEF na situação com o cabelo raspado.

Os resultados do IEF neste estudo sugerem que ao raspar a cabeça perde-se a proteção natural à radiação solar proporcionada pelo cabelo, que neste caso funcionava como uma barreira. De forma oposta ao aquecimento da cabeça, o resfriamento promove diminuição da frequência cardíaca (CAPUTA e CABANAC, 1979; DERRUELLE e CANDAS, 2000; NYBO et al., 2002; ARMADA-DA-SILVA et al., 2004; MUNDEL et al., 2006). Com isso, nossos resultados indicam que o maior aquecimento superficial da cabeça após a raspagem, devido à radiação solar direta no couro cabeludo, poderia promover taquicardia, levando a um maior estresse fisiológico.

Tem sido especulado que o resfriamento facial poderia resfriar diretamente o cérebro pela modificação da modulação hipotalâmica (CABANAC e CAPUTA, 1979a; 1979b). No entanto, tais especulações têm sido negadas por evidências mais recentes, as quais defendem que a temperatura cerebral se mantém inalterada, e as conseqüências do resfriamento cerebral são mediadas pela estimulação aferente dos termosensores da pele (NYBO et al., 2002).

Segundo Mundel et al. (2006) a diminuição da frequência cardíaca com o resfriamento facial ocorre por uma de duas razões: 1) a água fria estimularia terminações do nervo trigêmeo, que inerva a testa, os olhos e nariz, resultando em alteração no tônus vagal e conseqüente bradicardia, 2) a vasoconstrição das veias abaixo da área resfriada aumentaria o retorno venoso e o volume de ejeção e conseqüentemente diminuiria a frequência cardíaca. Portanto, para Mundel et al. (2006) o resfriamento facial parece reduzir o estresse cardiovascular durante o exercício. Já para Caputa e Cabanac (1979) a imersão da face em água fria resfria imediatamente o sangue facial, resfriando em seguida o seio cavernoso e o cérebro.

6.3 Temperatura cerebral

O cérebro é o órgão metabolicamente mais ativo, tanto em repouso quanto durante atividades físicas e metas (CAPUTA, 2004). É um grande produtor de calor, cerca de dez vezes mais ativo que outros tecidos e necessita ser permanentemente resfriado e esta necessidade de resfriamento cerebral seria assim proporcional ao aumento do tamanho do cérebro que ocorreu ao longo da evolução dos hominídeos (CABANAC, 1986).

A temperatura cerebral em humanos aumenta durante exercício no calor e a influência do resfriamento ativo da cabeça tem sido de grande interesse e controvérsia (CABANAC e CAPUTA, 1979a; BRENGELMANN, 1993; CABANAC, 1993; NYBO et al., 2002). A temperatura do cérebro é determinada pelo balanço entre o calor cerebral produzido pelos neurônios ativos e o calor removido, principalmente pelo fluxo sanguíneo cerebral (FSC) (NYBO et al., 2002; RASCH et al., 1991; CAPUTA, 2004). Este balanço pode ser perturbado com o exercício físico, especialmente durante o calor, onde há aumento da temperatura do sangue arterial. Cabanac (1993) propôs que durante o exercício ocorreria uma redução do FSC que poderia ser vantajosa, pois protegeria o cérebro do calor advindo do centro do corpo, sendo tal especulação comprovada por Nybo et al. (2002).

O cérebro de um mamífero tem pouca tolerância ao aumento da temperatura. Entretanto, quando a temperatura central sobe durante o exercício e/ou calor ambiental, haveria maior tolerância ao esforço e à permanência no ambiente se a temperatura cerebral puder se manter em níveis mais baixos, em decorrência de resfriamento seletivo independente do resto do corpo (CABANAC, 1986), sendo considerados mecanismos separados, o resfriamento cerebral e o resfriamento corporal (BAKER e HAYWARD, 1967). Cabanac (1986) sugeriu ainda, que durante o estresse térmico, o fluxo sanguíneo das veias emissárias ocorreria na direção de fora para dentro do cérebro. Este sangue resfriaria o córtex cerebral, devido à grande troca de calor na testa e couro cabeludo como resultado da vaporização do suor em decorrência da alta taxa de sudorese e vasodilatação destas regiões.

A hipótese da existência do resfriamento cerebral seletivo em humanos não foi demonstrada diretamente, pois a temperatura cerebral nunca foi registrada em indivíduos saudáveis expostos ao exercício em ambiente quente, sendo baseada apenas em uma grande quantidade de evidências indiretas (CAPUTA, 2004). Independentemente da existência de um resfriamento cerebral seletivo, sabe-se que a temperatura cerebral influencia diretamente no tempo de manutenção do exercício até a fadiga. Entretanto, nosso estudo não foi realizado até a fadiga, apenas utilizou marcadores fisiológicos como o IEF para interpretá-la. Nossos resultados permitem a especulação que ao raspamos a cabeça dos voluntários, deixando-a desprotegida da radiação solar, houve possivelmente um maior aumento da temperatura cerebral em decorrência do exercício, o que resultou em maior IEF, e caso o exercício fosse mantido, o seu término ocorreria em menor tempo no grupo com o cabelo raspado, hipótese que deverá ser testada num novo estudo.

É muito comum entre os seres humanos o uso de aparatos na cabeça, como faixas, toucas ou bonés. Com o objetivo de mensurar a perda de calor pela cabeça em indivíduos usando faixa ou touca, comumente utilizados durante a prática esportiva, Rasch e Cabanac (1993) realizaram um estudo com quatro situações experimentais: no qual os experimentos foram conduzidos em uma câmara ambiental ($T_a = 23,4 \pm 1,9^\circ \text{C}$, $\text{URA} = 35 \pm 10\%$) com ventilação facial provida por um ventilador elétrico. Nas três situações iniciais os indivíduos pedalarão em cicloergômetro durante 45 minutos, com aumentos progressivos na intensidade a cada 15 minutos (50, 100 e 150W) em três ocasiões diferentes: cabeça descoberta (controle), com uma faixa envolta lateralmente sem cobrir o alto da cabeça ($220 \pm 10 \text{ cm}^2$) e com uma touca de lã, que cobria toda a

cabeça ($910 \pm 30 \text{ cm}^2$). Na quarta situação a intensidade era mantida a 150W e os voluntários pedalarão durante 75 minutos divididos em cinco estágios de 15 minutos, na seguinte ordem: controle, faixa, controle, touca e controle. A temperatura timpânica, temperatura esofagiana e a perda de calor pela cabeça foram medidas em todos os experimentos. Os autores observaram que a perda de calor pela cabeça foi menor durante o uso da touca comparado com o grupo controle e não foram observadas diferenças com o uso da faixa. Entretanto, encontraram indicações para redução do resfriamento da cabeça nas situações com faixa e touca, devido a estreita relação entre a temperatura esofagiana e timpânica ($T_{es} - T_{ti}$). Em outras palavras, mesmo não encontrando diferenças na perda de calor entre a faixa e a situação controle, o uso da faixa afetou a capacidade de resfriamento. Os autores concluíram que tais aparatos podem prejudicar a dissipação do calor, seja por hidromeiose (encharcar a pele devido à sudorese prolongada, bloqueando os ductos das glândulas sudoríparas), ou simplesmente como barreira térmica.

O nosso estudo, diferente do realizado por Rasch e Cabanac (1993) foi realizado em ambiente externo e com maior estresse térmico (tabela 3). De forma análoga ao uso da touca, nosso aparato protetor foi o cabelo grande e uma vez que raspada a cabeça o estresse fisiológico era aumentado. Portanto, a manutenção de cabelos longos como também o uso de um aparato adequado está intimamente ligado ao ambiente em que o exercício é realizado. Em ambiente externo, com radiação solar direta, nossos resultados demonstraram que a presença do cabelo minimizou o ganho de calor pela cabeça. De certa forma, mesmo que dificulte a evaporação, é preferível proteger a cabeça da radiação solar do que expor o couro cabeludo diretamente ao sol, ainda que a raspagem da cabeça possa facilitar a evaporação do suor produzido.

Ainda a respeito do uso de aparatos sob a cabeça, num estudo piloto, realizado em nosso laboratório, procurou-se relacionar o uso de um capacete de segurança utilizado por trabalhadores com algumas variáveis fisiológicas. Como dito anteriormente, é possível que o capacete comum dificulte a evaporação do suor produzido na pele da cabeça. Com o objetivo de analisar esta questão, foi proposto o uso de um capacete com furos frontais e posteriores, imaginando-se que os furos facilitariam a evaporação do suor e aumentariam a dissipação do calor pela cabeça. Participaram deste estudo piloto dois voluntários, que foram submetidos aos mesmos procedimentos adotados no restante desta pesquisa. Não foi realizada a análise estatística devido ao pequeno número de voluntários e uma pesquisa mais aprofundada e com maior número de

voluntários é necessária para obtenção de dados conclusivos. Os valores individuais e mais detalhes deste estudo piloto podem ser vistos no APÊNDICE X.

Um estudo realizado por Nielsen et al (1988), no qual os indivíduos pedalavam com uma potência fixa de 92W a 60 rotações com duas horas de duração, foi realizado da seguinte forma: os primeiros 60 minutos sob o sol (com radiação solar direta), 30 minutos com um guarda-sol sobre todo o corpo (sombra) e mais 30 minutos sob o sol. Foi observado que ao colocar o guarda-sol sobre o indivíduo a frequência cardíaca, a temperatura da pele, o consumo de oxigênio e a taxa de sudorese diminuíram, voltando a subir com a retirada do guarda-sol, embora a temperatura retal não tenha sofrido qualquer influência.

Os resultados de Nielsen et al (1988), de forma indireta, se assemelham ao nosso estudo, mesmo sendo duas situações distintas quanto ao ambiente térmico, realizadas em dias separados, pois o delta da frequência cardíaca e a taxa de sudorese foram maiores no grupo raspado. Logo, o cabelo funcionou como guarda-sol, que em menor escala, em termos de área coberta, proporcionou comportamentos fisiológicos semelhantes.

No nosso estudo não foi avaliada a perda de calor pela cabeça de forma direta, tampouco a perda pelas vias aéreas. Contudo, estudo realizado por Derruelle e Candau (2000) demonstrou que a perda de calor pelas vias aéreas é bem limitada quando comparada com a perda pela pele. Também não era esperado que a raspagem ou não da cabeça afetasse a perda de calor pelas vias aéreas de forma marcante, mas sim que houvesse alterações na perda de calor pelo couro cabeludo.

Contudo, a manutenção do cabelo não é apenas uma questão de área, pois segundo Wheller (1984, 1985, 1991a, 1991b, 1992, 1994), de acordo com a teoria relacionada ao bipedalismo proposta por ele, os ombros também deveriam estar cobertos por pêlos hipertrofiados, o que não foi o caso do presente estudo, embora seja observado que seres humanos que não cortam os cabelos crespos podem formar uma espécie de guarda-sol que engloba também os ombros. A manutenção dos pêlos fortes, longos e abundantes na cabeça deve estar intimamente relacionada ao próprio local, pois na proteção do cérebro, evitar a radiação solar pode ser fundamental. Como foi dito anteriormente, o pêlo hipertrofiado na cabeça extensivo aos ombros, minimizaria o ganho de calor proveniente do sol e retardaria o aumento da temperatura cerebral.

6.4 Percepção subjetiva do esforço (PSE) e conforto térmico

No presente estudo não foram observadas diferenças na PSE entre as duas situações (Figura 24), no entanto, a partir do minuto 12 a PSE foi maior em ambas as situações quando comparadas com a primeira medida (minuto 2). Já o conforto térmico apresentou diferença significativa apenas no minuto 16 (Figura 25), entre as situações, com a situação cabelo raspado apresentando maior valor de mediana, não sendo possível afirmar através deste ponto isolado, que os indivíduos consideravam a situação cabelo raspado menos confortável.

De acordo com Nybo e Nielsen (2001b) o ambiente quente é caracterizado por altos valores de PSE, e o aumento na PSE durante o exercício está associado a elevações na temperatura central. Já para Williamson et al. (2005) a PSE é influenciada principalmente pelas respostas cardiovasculares, devido a ajustes autonômicos. No entanto, não foram observadas diferenças na PSE entre os dois grupos mesmo que o delta da frequência cardíaca do grupo com cabelos raspados tenha apresentado maiores valores. Para Moran et al. (1998b) a escala de PSE está correlacionada com o nível de desidratação dos indivíduos e apresenta uma categorização de estresse semelhante ao IEF. Em nosso estudo foi mostrada correlação significativa do IEF com a PSE apenas no grupo com cabelos raspados (Figura 26). A correlação significativa alcançada indica que ao raspar a cabeça os indivíduos percebem o estresse fisiológico com mais precisão. Contudo, é importante frisar que não é possível separar o fisiológico do psicológico, pois o corpo humano é um sistema integrado, sendo a PSE a manifestação subjetiva do fenômeno fisiológico momentâneo.

Armada-da-Silva et al (2004) e Mundel et al. (2006) relataram redução da PSE com o resfriamento facial. Já Nybo e Nielsen (2001b) observaram que após resfriamento facial seus voluntários relataram melhora no conforto térmico, mas sem alterações da PSE. Para estes autores, como também para Mundel et al. (2006), a melhora no conforto térmico parece ser explicada pela alteração dos estímulos aferentes vindos da pele resfriada e não pela redução da temperatura cerebral. De acordo com Cabanac e Caputa (1979a) o conforto térmico após ventilação facial em indivíduos previamente aquecidos era de normotermia, apresentando redução na temperatura da testa, enquanto a temperatura esofágica continuava aumentando. Os mesmos autores sugeriram que a temperatura timpânica refletia a temperatura cerebral e esta seria responsável pelo conforto térmico dos sujeitos. Entretanto, em nosso estudo não foi medido a

temperatura timpânica, impossibilitando, assim, realizar uma correlação entre esta temperatura e o conforto térmico dos indivíduos.

Como vimos anteriormente, nosso estudo não indicou uma diferença no conforto térmico e na PSE considerando-se as duas situações estudadas. No entanto, estão inclusas nestes valores as diferenças no estresse térmico ambiental entre as duas situações, o que pode ter contribuído para ausência de diferenças tanto na PSE quanto no conforto térmico. Em virtude da imprevisibilidade ambiental e da ausência da possibilidade de realizar uma análise de covariância em dados não paramétricos, os resultados referentes ao conforto térmico e PSE permanecem inconclusos em nosso estudo.

6.5 Taxa de sudorese total, taxa de sudorese local e volume de água ingerido

A taxa de sudorese foi maior na situação com o cabelo raspado, mesmo com estresse ambiental maior na situação com o cabelo intacto, (Figura 26). Apenas o teste t pareado já demonstrou diferença significativa entre as duas situações, sendo então desnecessária a realização de análise de covariância. A maior taxa de sudorese na situação com cabelo raspado indica uma perda hídrica maior e possível redução do volume sangüíneo intra e extracelular (SHIBASAKI et al., 2006).

Moran et al. (1998b) avaliaram o índice de estresse fisiológico em quatro diferentes níveis de desidratação (1,1%, 2,3%, 3,4% e 4,2%). Eles observaram que o IEF aumentou de acordo com o aumento no nível de desidratação. No nosso estudo, a maior taxa de sudorese observada na situação com cabelo raspado, indica um maior nível de desidratação, levando, portanto, a aumentos no IEF.

Em relação à taxa de sudorese local, os resultados mostraram que a testa e o peito apresentaram maiores valores de taxa de sudorese que o braço e a coxa, em ambas as situações. Contudo, não foram observadas diferenças entre as situações e nem redistribuição local da sudorese (Figura 27). Diferente do estudo de Magalhães (2007) realizado recentemente em nosso laboratório, no qual a coxa apresentou menor taxa de sudorese, no nosso estudo o braço e a coxa apresentaram resultados semelhantes. Já os valores encontrados na testa e no peito corroboram os achados de Magalhães (2007).

A sudorese do peito e da testa foi maior que as demais regiões e não foram diferentes entre si quando se raspou o cabelo. Embora no presente estudo o vento tenha sido simulado, o peito e a testa recebiam maior quantidade de vento do que a coxa e o braço. Dessa forma, o suor produzido na testa e no peito evaporava mais rapidamente tornando a sudorese mais eficiente. A maior sudorese na testa parece já estar bem estabelecida, pois de acordo com Kuno (1956) a sudorese das diferentes regiões do corpo parece relacionada com a facilidade de evaporação do suor da superfície corporal, sendo a testa o local exposto a maior convecção e este local de maior sudorese teria sido evolutivamente selecionado. Esta maior taxa de sudorese da testa poderia ser explicada também pela importância que a perda de calor naquela região poderia representar na regulação da temperatura cerebral em humanos (CABANAC, 1986).

A questão é se esta adaptação da sudorese local é aguda ou proveniente de processos evolutivos. Pois agudamente, de forma autonômica, os sensores térmicos da pele localizados naquela região “perceberiam” maior eficiência da sudorese naquele momento e transmitiria impulsos aferentes aos centros de comando superior aumentando conseqüentemente a sudorese daquela região.

O comando central para sudorese é o maior componente no estímulo para aumentar ou diminuir a taxa de sudorese. Quando o comando central requer aumento na taxa de sudorese, as áreas com menor produção de suor são as mais requisitadas. Já quando requer diminuição da sudorese, apenas as áreas com maior produção de suor diminuem a taxa local (DERRUELLE e CANDAS, 2000).

No nosso estudo não foi observada redistribuição local da sudorese após raspar os cabelos. A possível redistribuição da sudorese seria alcançada possivelmente devido a maior área exposta na cabeça após a raspagem, visto que o cabelo poderia dificultar a evaporação do suor produzido. Como foi discutido anteriormente, se a área da cabeça descoberta apresentasse maior eficiência de sudorese, seria possível aumentar a sudorese naquela região e o padrão de sudorese corporal poderia ser modificado. No entanto, não foi medida a sudorese local do topo da cabeça, sendo avaliadas apenas quatro regiões do corpo.

Já a quantidade de água ingerida não foi diferente entre as situações, mesmo após análise de covariância (Figura 28). Como a taxa de sudorese total da situação raspado foi maior, poderia se esperar uma maior ingestão de água com o propósito de manter o estado de hidratação

adequado. Para Chevront et al. (2007) a perda de suor é o componente primário para determinação do volume de água requerido para populações ativas expostas a ambiente quente. No nosso estudo os voluntários poderiam beber água “*ad libitum*” e a sensação de sede seria o indicador subjetivo para ingerirem água. De acordo com Noakes (2007), a sede é um mecanismo capaz de modular a necessidade de ingestão líquida do ser humano, já para Maresh (2004) durante o exercício o mecanismo de sede pode ser insuficiente.

Para Noakes (2006) a reposição hídrica de acordo com a perda de peso corporal durante exercício prolongado pode levar a conseqüências adversas, como desconforto gastrointestinal e redução da concentração de sódio, o que pode prejudicar o desempenho no exercício. A ingestão de líquido “*ad libitum*” é a mais apropriada, pois reflete o comportamento humano natural. Segundo este autor, a habilidade dos humanos de realizarem corridas de longa distância no calor sem a ingestão de líquidos, foi um fator decisivo no processo de evolução humana.

Como não houve diferenças no volume de água ingerido e a sudorese da situação raspado foi maior que o grupo com cabelos, podemos especular que, neste caso, a sede estaria mais relacionada com a intensidade do exercício, do que necessariamente com a perda hídrica momentânea.

6.6 Temperatura do topo da cabeça

Após a análise de covariância não foram observadas diferenças entre as situações, tanto na temperatura da pele (Figura 29), quanto na temperatura corporal (Figura 30) e na temperatura da cabeça (Figura 31). Apenas a medida inicial da temperatura da cabeça foi maior no grupo com cabelos intactos. Esta diferença pode ser atribuída principalmente à diferença encontrada na temperatura do topo da cabeça, uma vez que a temperatura da cabeça compreende a média de três temperaturas (topo, testa e queixo).

A análise de covariância não mostrou diferença significativa entre as duas situações durante o exercício na temperatura do topo da cabeça, temperatura da testa e temperatura do queixo (Figura 32a). A figura 33 demonstrou uma correlação positiva e significativa entre a temperatura do topo da cabeça e a temperatura de globo, demonstrando a influência direta da radiação solar na temperatura do couro cabeludo.

Poderia ser esperado que a temperatura do topo da cabeça aumentasse após raspagem, uma vez que a cabeça estava desprotegida pela ausência do cabelo e sob o sol a radiação solar incidiu diretamente no couro cabeludo. No entanto, isto não foi o observado. É possível que com o cabelo presente a eficiência da sudorese seja prejudicada, pois o cabelo deve se molhar para depois evaporar o suor presente nele, já a cabeça raspada possibilitaria a evaporação imediata do suor produzido, tornando a sudorese mais eficiente.

Esta questão da dificuldade de evaporação já foi apontada por Rasch e Cabanac (1993), para eles uma cabeça coberta dificultaria a evaporação do suor, seja por hidromeiose ou simplesmente sendo uma barreira térmica, aumentando, dessa forma, o estresse fisiológico. Entretanto, o estudo deles foi realizado em ambiente interno, sem a presença de radiação solar direta sobre a cabeça. No nosso estudo, parece que do ponto de vista fisiológico foi melhor contar com a proteção à radiação solar, neste caso uma proteção natural (cabelo), ainda que esta proteção resultasse em menos evaporação.

6.7 Considerações metodológicas

A primeira consideração metodológica ao nosso estudo é a escolha do índice adequado para ser usado como co-variável. Em um estudo realizado por Keatisuwan et al. (1996) foram observadas as respostas fisiológicas de homens e mulheres durante exercício em ambiente quente com IBUTG equivalente. Os voluntários foram expostos a dois ambientes distintos: quente e seco ($T_a = 40^\circ \text{C}$, URA = 30% e IBUTG = 32°C) e quente e úmido ($T_a = 31^\circ \text{C}$, URA = 80% e IBUTG = 32°C) durante 110 minutos. Inicialmente permaneciam 20 minutos em repouso, seguido de 60 minutos pedalando a 60% VO_2max e 30 minutos de recuperação. No ambiente quente e seco os voluntários apresentaram maior delta de temperatura retal, maior temperatura da pele e maior suor evaporado.

Estes autores concluíram que ainda não foi encontrado um índice ideal no qual sejam combinados os fatores climáticos, físicos e individuais em um único valor e que seja correlacionado com uma ou mais variáveis fisiológicas. Para eles o índice ideal não apresentaria problemas na combinação de fatores ambientais, se o índice é o mesmo, independente das variações dos fatores ambientais que o compõem, as respostas fisiológicas deveriam ser iguais.

Outra consideração pertinente é a utilização da temperatura retal como marcador da temperatura central. Mesmo sendo a temperatura mais usada nos estudos de termorregulação, para Derruelle e Candas (2000) a temperatura retal não é indicada para experimentos que requerem maior sensibilidade para eventos de curta duração, porque apresenta um aumento mais lento e contínuo, sendo assim independente de flutuações ocasionais.

A impossibilidade de tornarmos as situações aleatórias (cabelo grande antes e raspado depois) pode ter contribuído para a diferença encontrada na frequência cardíaca de repouso, o que por sua vez, nos obrigou a usar o delta da FC. No entanto, um protocolo aleatório seria totalmente inviável, uma vez que seria necessário raspar a cabeça e esperar o cabelo crescer novamente até o tamanho mínimo desejável, o que necessitaria cerca de três a seis meses no mínimo.

6.8 Futuras pesquisas

Estudos com animais, citados em Nielsen et al.(1988), realizados sob radiação solar direta, concluíram que o calor advindo do sol é considerável, sendo a cor dos animais um fator relevante para o estresse ao calor. Para eles pêlos ou penas escuras levam a uma maior absorção de radiação e a uma grande perda evaporativa.

Segundo Irmak et al. (2004) os humanos que residem em climas frios tendem a apresentar cabelos lisos, habitantes de climas moderados apresentam cabelos ondulados, e aqueles de climas quentes têm cabelos mais densos e espiralados. Cabelos espiralados tendem a facilitar a remoção de calor do couro cabeludo facilitando o resfriamento do cérebro enquanto os cabelos lisos promovem conservação do calor dificultando a dissipação do calor pela cabeça.

Portanto, a cor e o tipo do cabelo humano são fatores relevantes. O cabelo mais claro difere do cabelo escuro? O cabelo liso forneceria os mesmos resultados de IEF que o cabelo crespo? E os resultados alcançados em mulheres, seriam diferentes? E em diferentes idades? Qual seria o papel da calvície neste processo? Indivíduos magros e obesos? Cabeças grandes e pequenas?

De grande importância imediata, no entanto, será verificarmos se a presença do cabelo resulta em maior tolerância ao esforço, ou seja, redução da fadiga durante o exercício sob radiação solar. Assim, novos estudos que venham a responder as questões acima são de extrema importância.

7 Conclusão

Os resultados deste estudo demonstraram que raspar a cabeça aumentou o índice de estresse fisiológico, a variação da frequência cardíaca e a taxa de sudorese. Desta forma, os dados parecem validar o modelo teórico, segundo o qual o cabelo seria um mecanismo de proteção da cabeça, que somado aos mecanismos de vasodilatação do couro cabeludo e a vaporização do suor sobre ele, promoveria menor ganho de calor sobre o crânio, e talvez sobre o cérebro, durante o exercício sob radiação solar.

8 Referências Bibliográficas

- ADOLPH, E.F. The nature of the activities of the human sweat glands. *Am. J. Physiol.*, v.66, p.445-452. 1923.
- ADOLPH, E.F. **Physiology of man in the desert**. Interscience, New York. 1947.
- AMARAL, L.Q. Early hominid physical evolution. *Hum. Evol.*, v.4, p.33-44, 1989.
- AMARAL, L.Q. Loss of body hair, bipedality and thermoregulation: Comments on recent papers in the journal of human evolution. *J. Hum. Evol* v.30, p.357-366, 1996.
- AMARAL, L.Q. Mechanical analysis of infant carrying in hominoids. *Naturwissenschaften* DOI 10.1007/s00114-007-0325-0. 2007.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, Position Stand - Exercise and fluid replacement. *Med. Sci. Sports. Exerc.*, v.29; p.11, 1996.
- ARDREY, R. **The hunting hypothesis**. New York: Bantan Books. 1976.
- ARMADA-DA-SILVA, P.A.S.; WOODS, J.; JONES, D.A. The effect of passive heating and face cooling on perceived exertion during exercise in the heat. *Eur. J. Appl. Physiol.*, v.91, p.656-663. 2004.
- ARMSTRONG, L.E. Performing in extreme environments. Human Kinetics: Champaign, 2000.
- ARMSTRONG, L.E; MARESH, C.M.; GABAREE, C.V.; HOFFMAN, J.R.; KAVOURAS, S.A.; KENEFICK, R.W.; CASTELLANI, J.W.; AHLQUIST, L.E. Thermal and circulatory responses during exercise: effects of hypohydration, dehydration, and water intake. *J. Appl. Physiol.*, v.82 (6), p.2028-2035. 1997.
- ARNGRÍSSON, S.A.; STEWART, D.J; BORRANI, F; SKINNER, K.A; CURETON, K.J. Relation of heart rate to percent VO₂ peak during submaximal exercise in the heat. *J.Appl. Physiol.*, v.94, p.1162-1168. 2003.
- BAKER, M.; HAYWARD, J.N. Carotid rete and brain temperature of cat. *Nature Land.*, v.216, p.139-141. 1967.
- BOOTH, J.; MARINO, F.; WARD, J.J. Improved running performance in hot humid conditions following whole body precooling. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v.29, p.943-949. 1997.
- BORG, G. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scand. J. Rehab. Med.*, v.2, p.92-98. 1970.
- BORG, G. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v.14 (5), p.377-381. 1982.

- BRENGELMANN, G.L. Specialized brain cooling in humans. *FASEB Journal*, v.7, p.1148-1153. 1993.
- CABANAC, M. Keeping a cool head. *News. Physiol. Sci.*, v.1, p.41-44. 1986.
- CABANAC, M. Selective brain cooling in humans: "fancy or fact? *FASEB Journal*, v.7, p.1143-1146. 1993.
- CABANAC, M.; CAPUTA, M. Natural selective cooling of the human brain: evidence of its occurrence and magnitude. *J. Physiol.*, v.286, p.255-264. 1979a.
- CABANAC, M.; CAPUTA, M. Open loop increase in trunk temperature produced by face cooling in working humans. *J. Physiol.*, v.289, p.163-174. 1979b.
- CAPUTA, M. Selective brain cooling: a multiple regulatory mechanism. *J. Therm. Biol.*, v.29, p.691-702. 2004.
- CAPUTA, M.; CABANAC, M. Bradycardia during face cooling in man may be produced by selective brain cooling. *J. Appl. Physiol.*, v.46 (5), p.905-907. 1979.
- CHEUNG, S.S.; MCLELLAN, T.M. Heat acclimation, aerobic fitness, and hydration effects on tolerance during uncompensable heat stress. *J. Appl. Physiol.*, v.84, p.1731-1739. 1998.
- CHEUVRONT, S.N.; MONTAIN, S.J.; GOODMAN, D.A.; BLANCHARD, L.; SAWKA, M.N. Evaluation of the limits to accurate sweat loss prediction during prolonged exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.*. DOI 10.1007/s00421-007-0492-x. 2007.
- CHRISTENSEN, N.J. Sympatic nervous activity during exercise. *Ann. Rev. Physiol.*, v.45, p.139-153. 1983.
- CONNOLLY, D.A.J.; WILCOX, A.R. The effects of an application of suncream on selected physiological variables during exercise in the heat. *J. Sport Med. Phys. Fitness*, v.40, p.35-40. 2000.
- DARWIN, C. **The descent of man, and selection in relation to sex.** London: John Murray. 1871.
- DERRUELLE, A.V.; CANDAS, V. Thermoregulatory effects of three different types of head cooling in humans during a mild hyperthermia. *Eur. J. Appl. Physiol.*, v.81, p.33-39. 2000.
- DUBOIS, D.; DUBOIS, E.F. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. *Arch. Intl. Med.*, v.17, p.837-836. 1916.
- EPSTEIN, Y.; MORAN, D.S. Thermal comfort and the heat stress indices. *Ind. Hlth.*, v.44, p.388-398. 2006.

- FALK, D. Brain evolution in Homo: The “radiator” theory. *Behav. Brain Sci.*, v.13, p.333-344. 1990.
- FEBBRAIO, M.A.; SNOW, R.J.; STATHIS, C.G.; HARGREAVES, M.; CAREY, M.F. Effect of heat stress on muscle energy metabolism during exercise. *J. Appl. Physiol.*, v.77, p.2827-2831. 1994.
- GALLOWAY, S.D.R.; MAUGHAN, R.J. Effects of ambient temperature on the capacity to perform prolonged exercise in man. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v.29, p.1240-1249. 1997.
- GONZALEZ-ALONSO, J.; TELLER, C.; ANDERSEN, S.L.; JENSEN, F.B.; HYLDIG, T.; NIELSEN, B. Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat. *J. Appl. Physiol.*, v.86, p.1032-1039. 1999.
- GORMAN, A.J.; PROPPE, D.W. Mechanisms producing tachycardia in conscious baboons during environmental heat stress. *J. Appl. Physiol.*, v.56, p.441-446. 1984.
- GREENLEAF, J.E.; CASTLE, B.L. Exercise temperature regulation in man during hypohydration and hyperhydration. *J. Appl. Physiol.*, v. 30, p.847-853. 1971.
- HARDY, A.C. Was man more aquatic in the past? *New Scientist*, v.7, p.642-5. 1960.
- HARRIS, J.R. Parental selection: A third selection process in the evolution of human hairlessness and skin color. *Med. hypotheses*, v.66, p.1053-9. 2006.
- HARRISON, G.A.; WEINER, J.S.; TANNER, J.M.; BARNICOT, N.A. **Human biology**. Oxford: Oxford University Press, 1977.
- IRMAK, M.K.; OZTAS, E.; VURAL, H. Dependence of fetal hair and sebaceous glands on fetal adrenal cortex and possible control from adrenal medulla. *Med. Hypothesis*, v.62, p.486-492. 2004.
- JOHNSON, J.M.; PARK, M.K. Effect of upright exercise on threshold for cutaneous vasodilation and sweating. *J. Appl. Physiol.*, v.50, p.14-18. 1981.
- JOSE, A.D.; STITT, F.; COLLISON, D. The effects of exercise and changes in body temperature on the intrinsic heart rate in man. *Am. Heart J.*, v.79, p.488-497. 1970.
- KAMON, E.; BELDING, H.S. Heart rate and rectal temperature relationships during work in heat. *J. Appl. Physiol.*, v.31, p.472-477. 1971.
- KEATISUWAN, W.; OHNAKA, T.; TOCHIHARA, Y. Physiological responses of men and women during exercise in hot environments with equivalent WBGT. *Appl. Hum. Sci.*, v.15 (6), p.249-258. 1996.
- KITTLER, R.; KAYSER, M.; STONEKING, M. Molecular evolution of *Pediculus humanus* and the origin of clothing. *Curr. Biol.*, v.13, p.1414-1417. 2003.

KONDO, N.; TAKANO, S.; SHIBASAKI, M.; AOKI, K.; TOMINAGA, H.; INOUE, Y. Regional differences in the effect of exercise intensity on thermoregulatory sweating and cutaneous vasodilation. *Acta. Physiol. Scand.*, v.164, p.71-78. 1998.

KONDO, N.; TOMINAGA, H.; AOKI, K.; SHIBASAKI, M.; KOGA, S.; NISHIYASU, T. Modulation of the thermoregulatory sweating response during activation of the muscle metaboreflex in humans. *J. Physiol. (Lond)*, v.512, p.591-598. 1999.

KONDO, N.; TOMINAGA, H.; SHIOJIRI, T.; AOKI, K.; TAKANO, S.; SHIBASAKI, M.; KOGA, S. Sweating responses to passive and active limb movements. *J. Therm. Biol.*, v. 22, p.351-356. 1997.

KREGER, C.D. Human Thermoregulation and Hair Loss. *Hum. Evol.* 2002.

KRUK, B.; PEKKARINEN, H.; HARRI, M.; HANNINEN, O. Thermoregulatory responses to exercise at low ambient temperature performed after precooling or preheating. *Eur. J. Appl. Physiol.*, v.59, p.416-420. 1990.

KUNO, Y. **Human Perspiration**. Springfield: Charles C. Thomas Publisher, 1956. 417 p.

KUSHLAN, J.A. The vestimentary hypothesis of human hair reduction. *J. Hum. Evol.*, v.14, p.29-32. 1985.

LEE, D.H.K. Seventy-five years of search for a heat index. *Environ. Res.*, v.22, p.331-356. 1980.

LIMA, N.R.V. **Efeitos dos aquecimentos ativo e passivo sobre o tempo de reação óculo-manual**. (Projeto de Dissertação. Departamento de fisiologia e Biofísica da Universidade Federal de Minas Gerais). 1986.

LIND, A.R. A physiological criterion for setting thermal environmental limits for everyday work. *J. Appl. Physiol.*, v.18, p.51-56. 1963.

LIND, A.R.; TAYLOR, S.H.; HUMPHREYS, P.W.; KENNELLY, B.M.; DONALD, K.W. The circulatory effects of sustained voluntary muscle contraction. *Clin. Sci. (Lond)*, v.27, p.229-244. 1964.

MACHADO-MOREIRA, C.A.; MAGALHAES, F.C.; VIMIEIRO-GOMES, A.C.; LIMA, N.R.V.; RODRIGUES, L.O.C. Effects of heat acclimation on sweating during graded exercise until exhaustion. *J. Therm. Biol.*, v.30, p.437-442. 2005.

MAGALHÃES, F. C. **Efeito de um período de adaptação ao exercício em ambiente quente e seco sobre a função sudorípara e a eficiência termorregulatória em habitantes dos trópicos**. Escola de Educação Física, Fisioterapia, Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007. 131p.

- MAGALHÃES, F.C.; MACHADO-MOREIRA, C.A.; VIMIEIRO-GOMES, A.C.; SILAMI-GARCIA, E.; LIMA, N.R.V.; RODRIGUES, L.O.C. Possible Biphasic Sweating Response during Short-term Heat Acclimation Protocol for Tropical Natives. *J. Physiol. Anthropol.*, v.25 (3), p.1-5. 2006.
- MARESH, C.M.; GANBAREE-BOULANT C.L.; ARMSTRONG, L.E.; JUDELSON, D.A.; HOFFMAN, J.R.; CASTELLANI, J.W.; KENERCK, R.W.; BERGERON, M.F.; CASA, D.J. Effect of hydration status on thirst, drinking, and related hormonal responses during low-intensity exercise in the heat. *J. Appl. Physiol.*, v.97, p.39-44. 2004.
- MARINO, F.E.; LAMBERT, M.I.; NOAKES, T.D. Superior performance of African runners in warm humid but not in cool environmental conditions. *J. Appl. Physiol.*, v.96, p.124-129. 2004.
- MORAN, D.; EPSTEIN, Y.; LAOR, A.; VITALIS, A.; SHAPIRO, Y. Predicting heart rate response to various metabolic rates, environments, and clothing. *J. Appl. Physiol.*, v.78 (1), p.318-322. 1995.
- MORAN, D.S.; EPSTEIN, Y. Evaluation of the Environmental Stress Index (ESI) for hot/dry and hot/wet climates. *Ind. Health*, v.44, p.399-403. 2006.
- 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, p.R129-R134. 1998a.
- MORAN, D.S.; MONTAIN, S. J.; PANDOLF, B.B. Evaluation of different levels of hydration using a new physiological strain index. *Am. J. Physiol. (Regulatory Integrative Comp. Physiol.)*, v.275, p.R854-R860. 1998b.
- MORGAN, E. **The scars of evolution**. London: Souvenir Press, 1990.
- MUNDEL, T.; BUNN S, J.; HOOPER, P.L.; JONES, D.A. The effects of face cooling during hyperthermic exercise in man: evidence for an integrated thermal, neuroendocrine and behavioral response. *Exp. Physiol.*, v.92 (1), p.187-195. 2006.
- NADEL, E.R.; BULLARD, R.W.; STOLWIJK, J.A.J. Importance of skin temperature in the regulation of sweating. *J. Appl. Physiol.*, v.31, p.80-87. 1971.
- NAGAI, Y.; YAMASAKI, K.; IISUKA, S.; NAKAMURA, K. Physiological and Psychological effects of heating during rest and work. *J. Appl. Phys. Anthr.*, v.15 (5), p.227-237. 1996.
- NAGANO, K.; TAKAKI, A.; HIRAKAWA, M. TOCHIHARA, Y. Effects of ambient temperature steps on thermal comfort requirements. *Int. J. Biometeorol.*, v.50, p.33-39. 2005.
- NEWMAN, R.W. Why man is such a sweaty and thirty naked animal: a speculative review. *Hum. Biol.*, v. 42, p.12-27. 1970.
- NIELSEN, B. Thermoregulation in rest and exercise. *Acta. Physiol. Scand. Suppl.*, v.323, p.1-74. 1969.

NIELSEN, B.; 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. (Lond.)*, v.460, p. 467-485. 1993.

NIELSEN, B.; KASSOW, K.; ASCHENGREEN, F. E. Heat balance during exercise in the sun. *Eur. J. Appl. Physiol.*, v.58, p.189-196. 1988.

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 (7), p.781-796. 2007.

NYBO, L.; NIELSEN, B. Hyperthermia and central fatigue during prolonged exercise in humans. *J. Appl. Physiol.*, v.91, p.1055-1060. 2001a

NYBO, L.; NIELSEN, B. Perceived exertion is associated with an altered brain activity during exercise with progressive hyperthermia. *J. Appl. Physiol.*, v.91, p.2017-2023. 2001b.

NYBO, L.; SECHER, N.H.; NIELSEN, B. Inadequate heat release from the human brain during prolonged exercise with hyperthermia. *J. Physiol.*, v.545 (2), p.697-704. 2002.

OGAWA, T. Thermal influence on palm sweating and mental influence on generalized sweating in man. *Jpn. J. Physiol.*, v.25, p.525-536. 1975.

RANTALA, M.J. Human nakedness: adaptation against ectoparasites? *Int. J. Parasitol.*, v.29, p.1987-9. 1999.

RASCH, W.; CABANAC, M. Selective brain cooling is affected by wearing headgear during exercise. *J. Appl. Physiol.*, v.74 (3), p.1229-1233. 1993.

RASCH, W.; SANSON, P.; COTE, J.; CABANAC, M. Heat loss from human head during exercise. *J. Appl. Physiol.*, v.71 (2), p.590-595. 1991.

ROBERTS, M.F.; WENGER, C.B.; STOLWIJK, J.A.J.; NADEL, E.R. Skin blood flow and sweating changes following exercise training and heat acclimatization. *J. Appl. Physiol.*, v.43, p.133-137. 1977.

RODRIGUES, L.O.C.; MAGALHÃES, F.C. Car racing: in the heat of competition. *Rev. Bras. Méd. Esporte*, v.10 (3), p.216-219. 2004.

RODRIGUES, L.O.C.; SILAMI-GARCIA, E. Fadiga: Falha ou mecanismo de proteção? *Temas atuais em Educação Física e esportes II*, v.2, p.27-48. 1998.

RODRIGUES, L.O.C.; SILAMI-GARCIA, E.; LIMA, N.R.V.; PRADO, L.S.; SOARES, D.D. Exercício, calor e hidratação: algumas questões em estudo na UFMG. *Temas atuais em Educação Física e esportes VII*, v.7, p.33-52. 2002.

SAKAKIBARA, H.; KONDO, T.; KOIKE, Y.; MIYANO, M.; FURUTA, M.; YAMADA, S.; SAKURAI, N.; ONO, Y. Combined effects of vibration and noise on palmar sweating in healthy subjects. *Eur. J. Appl. Physiol.*, v.59, p.195-198. 1989.

SALTIN, B.; GAGGE, A.P.; STOLWIJK, J.A.J. Body temperatures and sweating during thermal transients caused by exercise. *J. Appl. Physiol.*, v.28, p.318-327. 1970.

SATO, K.; DOBSON, R.L. Regional and individual variations in the function of the human eccrine sweat gland. *J. Invest. Dermatol.*, v.54, p.443-449. 1970.

SATO, K.; KANG, W.H.; SAGA, K.; SATO, K.T. Biology of sweat glands and their disorders. I. Normal sweat gland function. *J. Am. Acad. Dermatol.*, v.20, p.537-563. 1989.

SAWKA, M.N.; YOUNG, A.J.; FRANCESCONI, R.P.; MUZA, S.R.; PANDOLF, K.B. Thermoregulatory and blood responses during exercise at graded hypohydration levels. *J. Appl. Physiol.*, v.59, p.1394-1401. 1985.

SHIBASAKI, M.; WILSON, T.E.; CRANDALL, C.G. Neural control and mechanism of eccrine sweating during heat stress and exercise. *J. Appl. Physiol.*, v.100, p.1692-1701. 2006.

TALEBPOUR, B.; RODRIGUES, L.O.C.; MOREIRA, M.C.V. Efeitos da sauna sobre doenças cardiovasculares e doenças relacionadas com o estilo de vida. *Rev Bras Med Esporte*, v.12 (4), p.1-5. 2006.

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), p. 905-915. 2006.

VIMIEIRO-GOMES, A.C. **Comparação entre a sudorese por indução farmacológica com pilocarpina e a sudorese durante exercício progressivo em cicloergometro.** Escola de Educação Física, Fisioterapia, Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

VIMIEIRO-GOMES, A.C.; RODRIGUES, L.O.C. Avaliação do estado de hidratação dos atletas, estresse térmico do ambiente e custo calórico do exercício durante sessões de treinamento em voleibol de alto nível. *Rev. Paul. Educ. Fís.*, v.15 (2), p.201-11. 2001.

VISSING, S.F.; HJORTS, E.M. Central motor command activates sympathetic outflow to the cutaneous circulation in humans. *J. Physiol. (Lond)*, v.492, p.931-939. 1996.

WATKINS, L.L.; GROSSMAN, P.; KRISHNAN, R.; SHERWOOD, A. Anxiety and Vagal Control of Heart Rate. *Psychosomatic Medicine*, v.60, p.498-502. 1998.

WHEELER, P.E. The evolution of bipedality and loss of functional body hair in hominids. *J. Hum. Evol.*, v.13, p.91-98. 1984.

WHEELER, P.E. The thermoregulatory advantages of hominids bipedalism in open equatorial environments: the contribution of increased convective heat loss and cutaneous evaporative cooling. *J. Hum. Evol.*, v.21, p.107-115. 1991a.

WHEELER, P.E. The influence of bipedalism on the energy and water budgets of early hominids. *J. Hum. Evol.*, v.21, p.117-136. 1991b.

WHEELER, P.E. The influence of the loss of the functional body hair on the water budgets of early hominids. *J. Hum. Evol.*, v.23, p.379-388. 1992.

WHEELER, P.E. The loss of functional body hair in man: the influence of thermal environment, body form and bipedality. *J. Hum. Evol.*, v.14, p.23-28. 1985.

WHEELER, P.E. The thermoregulatory advantages of heat storage and shade seeking behavior to hominids. *J. Hum. Evol.*, v.24, p.13-28. 1994.

WILLIAMSON, J.W.; FADEL, P.J.; MITCHEL, J.H. New insights into central cardiovascular control during exercise in humans: a central command update. *Exp. Physiol.*, v.91 (1), p.51-58. 2005.

YAGLOU, C.P.; MINARD, D. Control of heat casualties at military training centers. *Arch. Ind. Hlth.*, v.16, p.302-305. 1957.

YAMAZAKI, F.; SONE, R.; IKAGAMI, H. Responses of sweating and body temperature to sinusoidal exercise. *J. Appl. Physiol.*, v. 76: 2541-2545, 1994.

ANEXO A

QUESTIONÁRIO PARA DETERMINAÇÃO DA PRONTIDÃO PARA ATIVIDADES FÍSICAS PAR-Q (ACSM,1996)

Laboratório de Fisiologia do Exercício da Escola de Educação Física da Universidade Federal de Minas Gerais

Pergunta	Sim	Não
Seu médico já disse que você possui algum problema cardíaco e recomendou atividade física apenas sob supervisão médica?		
Você tem dor no peito provocada por atividades físicas?		
Você já perdeu consciência em alguma ocasião ou sofreu alguma queda em virtude de tontura?		
Você tem algum problema ósseo ou articular que poderia se agravar com as atividades físicas propostas?		
Algum médico já te prescreveu medicamento para pressão alta ou para o coração		
Você tem algum conhecimento, por informação médica ou pela própria experiência, de algum motivo que poderia impedi-lo de participar de atividades físicas sem supervisão médica? Qual?		

Se você respondeu sim a qualquer uma das questões acima, procure um médico ou serviço de saúde antes de aumentar ou iniciar a sua atividade física.

Data: ____/____/____

Assinatura

ANEXO B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (DE ACORDO COM O ITEM IV DA RESOLUÇÃO 196/96 DO CNS)

TÍTULO DA PESQUISA

Efeito do cabelo humano na termorregulação durante o exercício com e sem a presença de radiação solar.

OBJETIVO

O objetivo do presente estudo consiste em testar a hipótese de que o cabelo humano poderia representar uma barreira à radiação solar, permitindo maior tolerância ao exercício num ambiente quente.

PROCEDIMENTOS

Antes de iniciar a pesquisa, você deverá responder ao questionário de entrevista clínica que tem como objetivo saber se você está apto a praticar atividades físicas.

Após a análise das respostas do questionário, caso não haja nenhuma restrição para a prática de exercícios físicos, você irá realizar a uma avaliação física que tem o propósito de determinar suas características físicas tais como peso, altura e percentual de gordura corporal.

Após a avaliação física você será submetido a cinco (5) situações experimentais. No primeiro dia experimental realizar-se-á um exercício progressivo máximo até a fadiga em esteira rolante. Este exercício consistirá de aumentos progressivos na intensidade do exercício de três METs a cada três minutos até a fadiga voluntária. Este exercício será realizado em ambiente temperado (21-24° C e 50-65% URA). Os critérios para interromper o exercício serão: manifestação da vontade de interromper o exercício por parte do voluntário, estabilização da frequência cardíaca e/ou do consumo de oxigênio com aumentos na potência desenvolvida e sinais clínicos como náusea, cianose, palidez e/ou tontura. Durante estes exercícios serão medidos o consumo de oxigênio (VO₂), a frequência cardíaca (FC), a percepção subjetiva de esforço (PSE) e a taxa de sudorese total.

Após um intervalo de dois dias do primeiro dia experimental você iniciará o protocolo que contará com mais quatro situações experimentais diferentes. Compostas por exercício contínuo em esteira rolante com uma hora de duração e intensidade de 50% do VO_{2max}. Na primeira, será realizado um exercício em ambiente externo (sol), No segundo dia o exercício será realizado na câmara ambiental (ambiente interno – sombra). Em ambas as ocasiões o cabelo estará comprido. Após o término do segundo dia de exercício contínuo seu cabelo será raspado para as próximas duas situações. A terceira e quarta situação seguirão a mesma seqüência adotada na primeira e segunda, respectivamente. Durante o protocolo de exercício contínuo a ventilação será provida por um ventilador para simular o movimento de ar na velocidade da corrida realizada. Água será fornecida e quantificada de acordo com a sua sede. Durante todos os dias de exercício contínuo serão medidas as seguintes variáveis: a FC, a taxa de sudorese total, a PSE, o conforto térmico, sudorese local (testa, do peito, das costas, do braço, do antebraço, da coxa e da perna), o número

de GSE ativas nas regiões adjacentes à medida da sudorese local (para tais medidas poderá ser necessário à raspagem do local com instrumento individualizado), temperatura retal (medida por meio de uma sonda retal descartável inserida cerca de 10 cm além do esfíncter anal. As sondas são hastes extremamente flexíveis fabricadas exclusivamente para a medição da temperatura interna em humanos. A sonda é fornecida ao voluntário em embalagem estéril e lacrada. O próprio voluntário se encarrega de posicioná-la, não havendo interferência direta dos pesquisadores) e a temperatura da pele (testa, peito, braço, coxa). Também será medida a temperatura do topo da cabeça e nas situações com cabelo a temperatura do ponto mais alto da camada pilosa. Todos os experimentos terão início entre 10:30 e 13:00 para garantir uma condição de igualdade entre os grupos e entre os indivíduos e minimizar os efeitos do ciclo circadiano nos resultados da pesquisa. Para considerar as condições nutricionais, você deverá registrar a ingestão alimentar no primeiro dia experimental e replica-la nos demais dias. Deverá também abster de cafeína por 12 h e não consumir álcool, fumar ou realizar exercício nas 24 horas que antecedem o experimento.

CONFIDENCIALIDADE DOS DADOS

Todos os seus dados são confidenciais, sua identidade não será revelada publicamente em hipótese alguma e somente os pesquisadores envolvidos neste estudo terão acesso a estas informações que serão utilizadas para fins de pesquisa.

BENEFÍCIOS

Obter informações sobre o efeito do cabelo humano na termorregulação durante o exercício com e sem a presença de radiação

RISCOS

Os riscos deste estudo são relativamente pequenos e estão associados com a prática de exercícios físicos em esteira rolante, como por exemplo, o surgimento de lesões músculo-esqueléticas e com distúrbios ou incômodos causados pelo calor durante a prática do exercício no ambiente quente. Entretanto, durante todas as situações experimentais, caso seja necessário, você poderá contar com o serviço de pronto atendimento.

EVENTUAIS DESPESAS MÉDICAS

Não está prevista qualquer forma de remuneração ou pagamento de eventuais despesas médicas ou indenização de qualquer natureza para os voluntários. Todas as despesas especificamente relacionadas com o estudo são de responsabilidade do Laboratório de Fisiologia do Exercício (LAFISE) da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.

Você dispõe de total liberdade para esclarecer questões que possam surgir durante o andamento da pesquisa. Qualquer dúvida, por favor, entre em contato com os pesquisadores responsáveis pelo estudo: Prof. Dr. Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues, tel. 3499 2328/ 9971 0622 e Leonardo Gomes Martins Coelho, tel. 3497 8600/ (37) 9944 4177.

Você poderá se recusar a participar deste estudo e/ou abandoná-lo a qualquer momento, sem precisar se justificar. Você também deve compreender que os pesquisadores podem decidir sobre a sua exclusão do estudo por razões científicas, sobre as quais você será devidamente informado.

CONSENTIMENTO

Concordo com tudo o que foi exposto acima e, voluntariamente, aceito participar do estudo **“Efeito do Cabelo Humano na Termorregulação Durante o Exercício com e sem a Presença de Radiação”**, que será realizado no Laboratório de Fisiologia do Exercício da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais. Os resultados desta pesquisa serão utilizados na elaboração de uma dissertação de mestrado e de um trabalho de iniciação científica.

Belo Horizonte _____ de _____ de 2007

Assinatura do voluntário: _____

Assinatura testemunha: _____

Declaro que expliquei os objetivos deste estudo para o voluntário, dentro dos limites dos meus conhecimentos científicos.

Leonardo Gomes Martins Coelho
Mestrando / Pesquisador

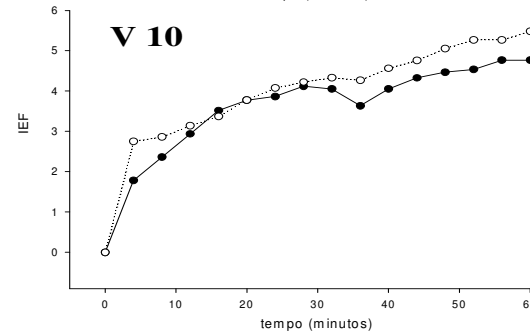
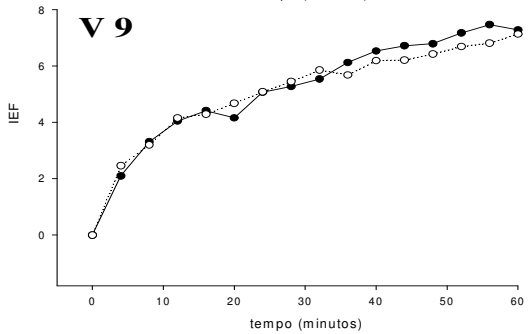
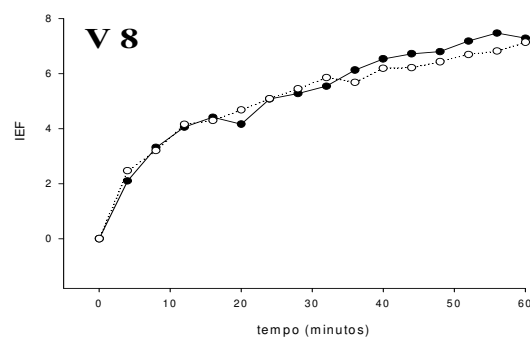
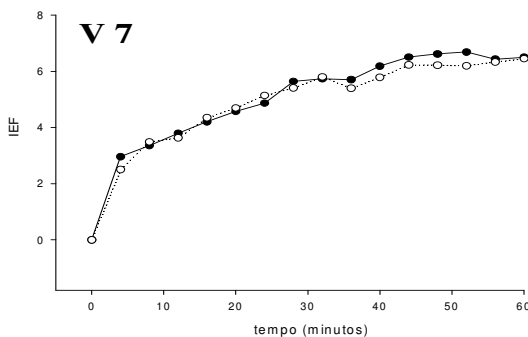
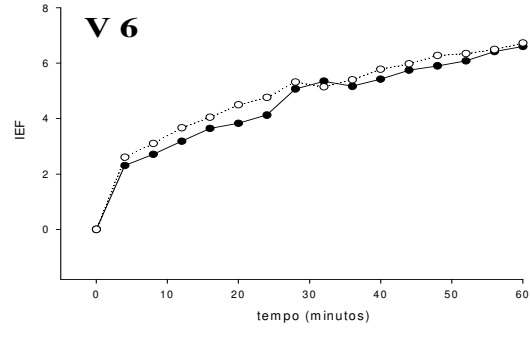
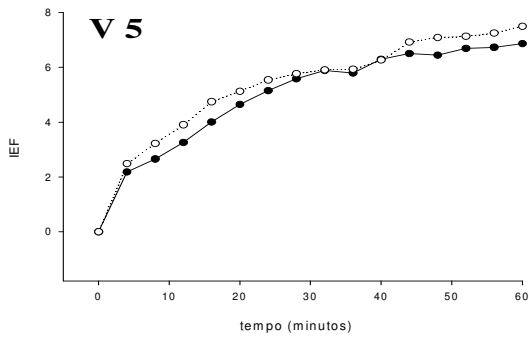
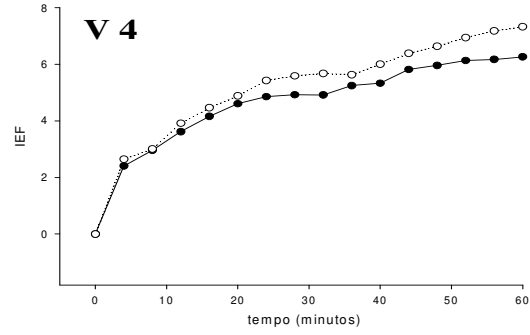
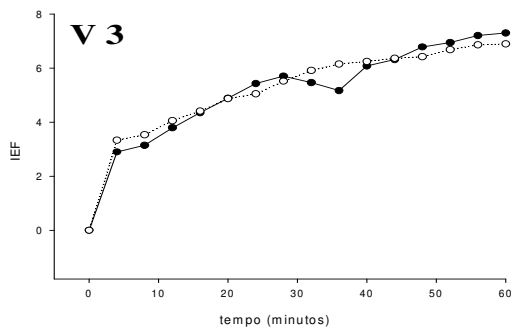
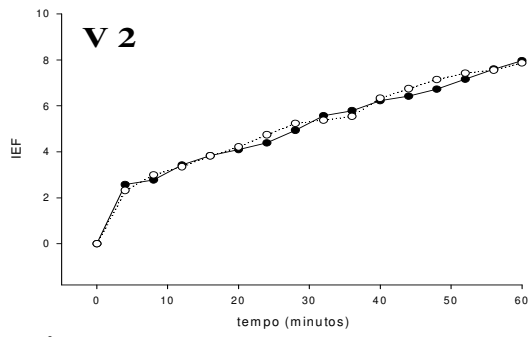
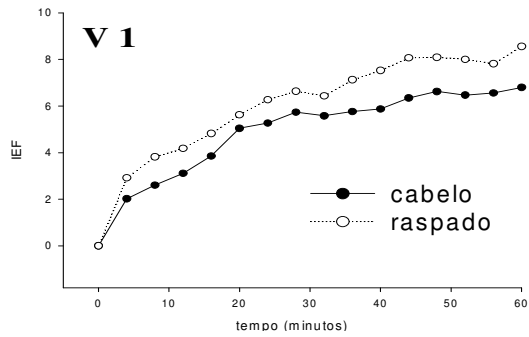
ANEXO C. Escala de Percepção Subjetiva do Esforço (PSE) e escala de Conforto Térmico**Escala de 15 pontos de Percepção Subjetiva do Esforço (Borg, 1970)**

6	
7	Muito, muito fácil
8	
9	Fácil
10	
11	Relativamente fácil
12	
13	Relativamente difícil
14	
15	Difícil
16	
17	Muito difícil
18	
19	Exaustivo
20	

Escala de 7 pontos de Conforto Térmico

+3	muito desconfortável para calor
+2	desconfortável para calor
+1	relativamente desconfortável para calor
0	confortável
-1	relativamente desconfortável para frio
-2	desconfortável para frio
-3	muito desconfortável para frio

APÊNDICE A. Valores individuais do Índice de Estresse Fisiológico entre as duas situações ao longo do exercício contínuo.



APÊNDICE B. Características físicas dos voluntários da pesquisa.

	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
Idade (anos)	23	26	25	24	30	24	25	25	28	21
Estatura (cm)	174,0	181,0	170,0	174,0	172,0	182,0	179,5	177,0	181,0	172,0
Massa corporal (kg)	70,5	90,0	70,5	70,0	73,5	71,5	80,0	75,0	68,5	67,6
Área superfície (m ²)	1,84	2,12	1,82	1,84	1,86	1,91	1,99	1,92	1,88	1,8
Σ Dobras cutâneas (mm)	116	192	72	103	118	92	101	88	67,5	103
% Gordura	16,05	16,05	9,20	14,50	16,20	12,4	13,50	13,00	8,63	12,50
Massa do cabelo (g)	53,0	35,0	62,5	84,0	78,5	41,5	40,0	49,0	43,0	64,0

Valores individuais de idade, estatura, massa corporal, área de superfície corporal, somatório de dobras cutâneas, percentual de gordura e massa do cabelo.

APÊNDICE C. Frequência cardíaca durante o teste de capacidade aeróbica.

Tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	61	61	66	62	62	64	85	72	51	70
1	89	80	96	85	90	90	91	83	79	104
2	85	93	88	117	94	96	91	89	79	102
3	89	93	96	112	92	90	99	88	80	103
4	120	103	106	156	106	104	111	106	95	114
5	125	108	103	156	100	109	116	106	95	116
6	132	11	103	133	110	111	121	106	100	119
7	140	123	125	150	148	126	140	123	118	130
8	140	138	130	158	148	139	151	131	120	142
9	141	139	138	165	153	140	158	140	123	148
10	152	166	155	184	175	169	172	165	152	170
11	160	192	168	189	178	172	176	174	168	179
12	184	195	173	195	181	176	181	181	19	181
13	186	----	185	----	187	181	----	----	178	194
14	190	----	189	----	----	174	----	----	180	196
15	199	----	192	----	----	186	----	----	----	199
máxima	199	196	195	195	188	188	188	192	189	199

Valores individuais da frequência cardíaca em $b \cdot \text{min}^{-1}$ durante o teste de capacidade aeróbica

APÊNDICE D. Percepção subjetiva do esforço durante o teste de capacidade aeróbica

Tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
3	8	7	7	7	7	9	8	6	7	6
6	10	7	7	7	9	11	9	8	9	9
9	13	7	7	11	12	15	12	11	12	12
12	16	11	8	15	15	18	14	13	14	15
15	19	----	15	----	----	----	----	18	----	20
máxima	19	19	19	15	19	20	18	19	20	20

Valores individuais da percepção subjetiva do esforço em unidades durante o teste de capacidade aeróbica.

APÊNDICE E. Tempo total de exercício no teste de capacidade aeróbica.

v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
15,08	12,42	15,42	12,08	13,75	15,42	13,32	14,05	14,92	15,0

Valores individuais do tempo total de exercício em minutos até a fadiga durante o teste de capacidade aeróbica.

APÊNDICE F: Consumo máximo de oxigênio no teste de capacidade aeróbica

v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
64,13	50,4	66,15	60,0	54,0	54,0	52,0	54,0	53,0	55,0

Valores individuais do consumo máximo de oxigênio em $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ alcançado no teste de capacidade aeróbica.

APÊNDICE G. Taxa de sudorese total alcançada no teste de capacidade aeróbica.

v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
3,26	3,6	1,49	3,9	2,35	1,49	2,40	2,35	2,86	2,68

Valores individuais da taxa de sudorese total em $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{min}^{-1}$ alcançada no teste de capacidade aeróbica.

APÊNDICE H. Velocidade da esteira correspondente a 50% do $\text{VO}_{2\text{max}}$.

v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
8,3	7,7	8,5	8,0	7,9	7,9	7,6	7,9	7,9	7,9

Valores individuais da velocidade da esteira em $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ no exercício contínuo correspondente a 50% do $\text{VO}_{2\text{max}}$

APÊNDICE I. Fatores ambientais durante o exercício contínuo.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	V5	v6	v7	v8	v9	v10
0	27	33,8	31	32	35	36	37	38	39	35
4	27,3	35,5	30	33	34	36	40	37	41	35
8	27,6	35,4	33	34	34	36	40	37	40	31
12	28,6	35,7	34	33	35	37	39	36	41	35
16	30,8	36,6	35	34	35	36	39	39	42	34
20	31,5	34,5	35	28	34	35	39	40	42	32
24	30,1	35,1	35	29	34	36	39	40	40	30
28	30,4	35,9	35	31	35	37	39	40	41	34
32	30,7	34,9	35	31	34	37	38	39	40	34
26	29,5	36	35	29	35	36	39	39	42	33
40	31,5	36	34	31	37	36	39	39	41	31
44	32,2	36	35	32	36	36	41	40	42	33
48	30,9	36	36	32	35	36	40	41	42	34
52	30,6	36	34	28	36	37	39	43	41	36
56	30,9	36	34	28	35	37	40	41	41	36
60	29,3	36	34	28	35	37	41	40	39	36
média	30,16	35,36	34,10	30,77	34,94	36,19	39,35	39,29	41,19	33,71

Valores individuais de temperatura seca em ° C na situação com cabelos intactos.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	V5	v6	v7	v8	v9	v10
0	28,3	32,5	32	36	34	35	35	33	37	35
4	29	33,2	32	36	34	35	36	36	37	35
8	32,1	33,5	32	36	34	35	35	36	36	35
12	30,3	32	34	35	35	34	35	35	36	33
16	32,6	31,8	33	36	35	35	37	35	36	34
20	32,5	32,1	30	35	35	34	38	36	36	35
24	32,4	33,3	30	35	35	35	36	35	36	35
28	31,3	32,9	29	34	35	34	37	35	36	35
32	31,1	34	34	35	33	34	38	35	36	36
26	30,5	34,5	35	35	35	34	35	35	36	35
40	31,8	33,1	35	35	34	34	35	36	36	35
44	31,4	33,8	35	35	34	34	35	36	37	36
48	30,1	34,1	34	35	36	34	37	35	38	31
52	30,3	34	35	35	34	34	37	33	37	30
56	30	32,4	32	35	35	35	37	35	37	30
60	29,5	33,3	30	34	34	35	37	34	37	31
média	40,47	33,16	32,58	34,94	34,35	34,39	36,13	35,16	36,42	33,81

Valores individuais de temperatura seca em ° C na situação com cabelos raspados.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	21,2	24,2	24	27	24	21	26	27	24	24
4	21	35,6	23	29	24	23	23	24	24	24
8	21,6	25,2	25	29	25	22	22	22	24	22
12	22,2	25,7	25	27	24	23	21	22	23	23
16	23,5	26,3	26	29	24	22	21	22	24	22
20	23,7	24,7	26	25	25	23	22	23	23	22
24	23,5	24,9	26	25	24	23	23	23	23	21
28	23,3	25,7	26	27	24	22	23	22	23	22
32	23,3	24,8	27	26	25	22	22	22	23	22
26	22,2	26	26	24	24	22	23	23	25	22
40	23,4	26	26	29	24	23	23	24	23	22
44	23,6	26	27	29	25	23	25	26	23	22
48	23,3	26	26	29	25	23	23	24	24	23
52	23	26	25	26	24	23	23	23	24	24
56	22,8	26	25	26	24	23	24	24	23	24
60	22,4	26	25	25	24	23	25	23	21	24
média	22,89	25,89	25,48	27,03	24,26	22,45	23,06	23,29	23,55	22,65

Valores individuais de temperatura úmida em ° C na situação com cabelos intactos.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	V5	v6	v7	v8	v9	v10
0	20,8	23,9	24	21	24	20	21	22	22	21
4	21,4	24,2	24	22	24	20	21	23	23	20
8	22,3	24,2	24	20	22	20	20	23	23	20
12	22	32	25	19	23	20	21	23	23	19
16	22,6	23	24	20	24	20	21	23	21	21
20	22,6	23	23	21	23	20	22	23	22	20
24	22,6	23,1	23	21	24	20	21	23	22	21
28	21,3	23,3	23	22	22	20	21	23	22	20
32	21,6	23,8	26	26	22	20	21	23	23	20
26	21,9	24,1	26	26	24	20	20	24	22	20
40	21,9	23,5	26	26	24	20	21	24	23	20
44	21,9	24,2	26	27	23	20	22	23	23	21
48	21,3	24,4	26	26	24	20	22	24	22	21
52	21,3	24,5	25	28	23	20	22	21	22	20
56	21,3	23,5	24	25	24	20	21	23	23	20
60	21,1	24,1	24	26	23	21	21	23	23	20
média	21,77	23,74	24,48	23,32	23,50	20,10	21,10	23,00	22,40	20,30

Valores individuais de temperatura úmida em ° C na situação com cabelos raspados.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	V5	v6	v7	v8	v9	v10
0	36,6	46	49,1	43,6	44,7	42,5	45	46	47,7	43,7
4	32,2	48,2	44,6	43,2	41,5	42,8	47	44,4	48,3	44,5
8	37,3	50,3	47	43,3	40,2	41,5	46,7	46,5	48,4	38
12	41,6	50,2	53	43	43,5	41	45,6	44,3	49,9	40,9
16	46,7	52,5	53,8	40,7	43,5	42	43,8	45,4	48,3	39,3
20	49,7	49,4	55,1	32,9	43,7	41,8	47,4	47,6	49,3	38
24	50,8	50	56,9	35,2	42,2	43	46,7	46,2	49	34,6
28	47,4	50,9	55,6	39,1	41,2	43,2	47,2	47,2	47,9	31,5
32	47,4	49,1	53	40,5	39,9	42,5	46	47	46,1	39,8
26	43,1	----	53	39,4	42,1	42,8	46,4	46	49,2	35,1
40	46,8	----	55	39,6	41,1	41,9	44,5	47,7	50	34,8
44	48,9	----	54	40	43,9	41,6	48,6	48,2	47,8	36,5
48	44,5	----	54	38,5	41	42,1	47,9	48,5	48,8	38,2
52	43,9	----	54,1	30,1	41,3	42,9	47	49,9	49,2	43,5
56	42,6	----	53,6	30,2	41,7	42,9	48,9	48	46	44,1
60	38,2	----	53,1	31	41,2	42,8	48,7	47,7	42	43,8
média	43,93	49,68	52,72	38,36	42,09	42,29	46,71	47,06	47,96	39,15

Valores individuais de temperatura de globo em ° C na situação com cabelos intactos.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	V5	v6	v7	v8	v9	v10
0	32,7	50	51,5	48	40,8	42	43,1	40,2	43,9	42
4	35,1	49,9	48,9	46,7	42,5	42,5	40,5	42,2	43,9	43,5
8	43,7	44,6	48,9	47,4	43,8	42	42	42,8	43,8	44
12	44,2	32	50,7	43,8	44,7	40,9	41	42,7	45,3	39,7
16	46,6	45	48,8	46,3	43	40,5	43	43,9	44,2	39,8
20	47,5	46,8	41	44,6	43	41,4	43,6	42,9	45	42,6
24	46,6	46,9	37	44,9	41,5	41,1	40,6	41,9	44,7	43
28	46,5	46,4	33,2	40,8	42,3	41,1	42,1	42,8	44,9	43,1
32	41,1	49,4	52	45,5	41,3	38,1	43,1	42,8	46,4	44
26	43,5	50,3	51,7	43	44,1	38,1	40,9	41,7	46,2	47,4
40	45,4	47,8	51,6	46	43,3	41,1	42,3	41,9	45,8	42,5
44	45,2	49,2	53,2	44,7	42,4	40	43,2	42,9	46,5	46,6
48	43,5	50,1	52,9	45,3	42,4	41	44,9	43,8	47,7	42,8
52	42,5	50	40,5	43,7	42,1	41,9	43,6	36,8	47,6	42,3
56	40,1	47,1	36,7	39,6	41	41,9	42,5	41,8	46,1	39,1
60	42	47,7	36	43,6	43,7	42,2	42	42,9	46,4	40,7
média	43,09	48,05	45,99	44,41	42,63	41,13	42,45	42,38	45,61	43,03

Valores individuais de temperatura de globo em ° C na situação com cabelos raspados.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	V5	v6	v7	v8	v9	v10
0	25,2	29,5	29,7	30,8	29,2	26,8	30,9	31,9	30,2	29,0
4	24,0	31,1	28,0	32,2	28,5	28,3	29,5	29,4	30,6	29,2
8	25,6	31,4	30,2	32,4	28,9	27,3	28,7	28,4	30,5	26,1
12	26,6	31,5	31,5	30,8	29,0	28,0	27,7	27,9	30,2	27,8
16	28,7	32,5	32,5	31,8	29,0	27,4	27,4	28,4	30,7	26,7
20	29,7	30,7	32,7	26,9	29,6	28,0	28,8	29,6	30,2	26,2
24	30,1	30,9	33,1	27,4	28,6	28,3	29,3	29,3	29,9	24,6
28	28,9	31,7	32,8	29,8	28,5	27,7	29,4	28,8	29,8	25,1
32	28,7	30,9	33,0	29,4	28,9	27,6	28,4	28,7	29,3	26,8
26	27,2	31,0	32,3	27,6	28,7	27,6	29,3	29,2	31,5	25,7
40	28,8	31,0	32,6	31,3	28,7	28,1	28,9	30,2	30,2	25,5
44	29,8	31,0	33,2	31,5	29,9	28,0	31,3	31,8	29,9	26,0
48	28,2	31,0	32,6	31,2	29,2	28,1	29,7	30,6	30,8	27,1
52	28,0	31,0	31,7	27,0	28,7	28,4	29,4	30,4	30,7	29,1
56	27,6	31,0	31,6	27,0	28,6	28,4	30,6	30,5	29,4	29,2
60	26,4	31,0	31,5	26,5	28,5	28,4	31,3	29,6	27,0	29,2
média	27,9	31,2	31,8	29,7	28,9	27,6	29,4	29,6	30,2	27,1

Valores individuais do estresse térmico ambiental representado pelo Índice de Bulbo Úmido e Temperatura de Globo (IBUTG) em ° C na situação com cabelos intactos.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	V5	v6	v7	v8	v9	v10
0	23,9	29,9	30,3	27,9	28,4	25,9	26,8	26,7	27,9	26,6
4	24,6	30,0	29,8	28,3	28,7	26,0	26,4	28,1	28,6	26,2
8	27,6	30,0	29,8	27,1	27,6	25,9	25,9	28,3	28,5	26,3
12	27,4	32,0	31,0	25,6	28,5	25,6	26,4	28,1	28,8	24,5
16	28,2	28,3	29,9	26,9	28,9	25,6	27,0	28,4	27,1	26,1
20	28,6	29,1	27,3	27,1	28,2	25,7	27,9	28,3	28,0	26,0
24	28,3	28,9	26,5	27,2	28,6	25,7	26,4	28,0	27,9	26,8
28	28,0	28,7	25,6	27,0	27,4	25,6	26,8	28,2	28,0	26,1
32	26,5	29,8	32,0	30,8	27,0	25,0	27,1	28,2	29,0	26,4
26	26,6	30,4	32,0	30,3	29,1	25,0	25,7	28,6	28,2	27,0
40	27,6	29,3	32,0	30,9	28,9	25,6	26,7	28,8	28,9	26,0
44	27,5	30,2	32,3	31,3	28,0	25,4	27,5	28,3	29,1	27,6
48	26,8	30,4	32,2	30,8	28,9	25,6	28,1	29,1	28,7	26,4
52	26,3	30,6	29,1	31,8	27,9	25,8	27,8	25,4	28,6	25,5
56	25,9	30,3	27,3	28,9	28,5	25,9	26,9	28,0	29,0	24,8
60	26,1	29,8	27,0	30,3	28,2	26,6	26,8	28,1	29,1	25,2
média	26,9	29,7	29,6	28,7	28,4	25,8	27,0	28,1	28,5	26,2

Valores individuais do estresse térmico ambiental representado pelo Índice de Bulbo Úmido e Temperatura de Globo (IBUTG) em ° C na situação com cabelos raspados

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	V5	v6	v7	v8	v9	v10
0	58	46	56	65	40	25	42	43	28	40
4	58	44	55	72	43	33	23	34	23	40
8	58	44	52	72	48	29	23	34	26	40
12	57	46	48	63	40	30	23	29	23	36
16	52	45	49	69	40	29	23	22	23	35
20	53	44	49	73	48	36	23	23	23	41
24	58	44	49	73	43	39	25	23	23	44
28	55	45	49	73	40	36	25	20	23	35
32	55	44	54	73	48	36	28	22	23	35
26	54	44	49	73	40	29	28	28	23	38
40	51	44	49	79	34	33	28	28	23	40
44	49	44	54	79	41	33	26	33	23	38
48	53	44	45	79	44	33	23	24	23	39
52	52	44	48	79	37	33	23	20	23	37
56	51	44	48	80	40	29	26	23	23	37
60	54	44	57	80	40	29	26	23	22	37
média	53,90	44,47	50,23	73,94	41,58	31,97	25,94	26,42	23,39	38,26

Valores individuais de Umidade Relativa do Ar (URA) em % na situação com cabelos intactos.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	V5	v6	v7	v8	v9	v10
0	51	49	51	25	43	24	28	38	26	28
4	52	47	51	25	3	24	25	33	30	24
8	45	45	51	25	35	24	24	33	33	24
12	47	32	48	25	36	26	28	36	33	29
16	41	46	47	25	40	24	23	36	25	30
20	41	46	52	25	36	26	24	33	29	24
24	41	42	52	28	40	24	25	36	29	28
28	43	45	60	28	35	26	23	36	29	24
32	45	43	53	44	46	26	20	36	33	21
26	44	42	49	49	40	26	24	40	26	24
40	41	45	49	53	43	26	28	21	33	24
44	43	46	49	54	39	26	32	33	30	25
48	47	46	53	53	36	26	26	40	24	40
52	44	46	44	58	39	26	26	33	26	39
56	47	46	51	50	40	24	23	36	30	39
60	47	47	58	53	39	28	23	38	30	36
média	45,29	45,30	50,81	38,39	38,71	25,68	25,84	35,03	29,39	28,71

Valores individuais de Umidade Relativa do Ar (URA) em % na situação com cabelos raspados.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	----	----	----	----	----	622	395	330	568	640
10	----	----	----	----	----	615	381	342	569	610
20	----	----	----	----	----	621	375	327	540	320
30	----	----	----	----	----	602	385	326	555	310
40	----	----	----	----	----	621	333	325	560	300
50	----	----	----	----	----	612	328	322	571	475
60	----	----	----	----	----	603	319	350	523	400
média						613,7	359,4	331,7	555,1	436,4

Valores individuais da Luminosidade do ambiente em Lux (x10) na situação com cabelos intactos.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	----	----	----	----	----	599	504	459	458	606
10	----	----	----	----	----	601	497	464	446	660
20	----	----	----	----	----	570	492	453	589	623
30	----	----	----	----	----	569	467	431	587	627
40	----	----	----	----	----	512	456	412	668	610
50	----	----	----	----	----	560	444	400	548	620
60	----	----	----	----	----	541	421	400	566	637
média						564,6	468,7	431,3	551,7	626,1

Valores individuais da Luminosidade do ambiente em Lux (x10) na situação com cabelos raspados.

APÊNDICE J. Temperatura retal durante o exercício contínuo.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	37,31	37,03	36,88	37,09	36,68	37,32	37,30	37,59	37,27	37,34
4	37,43	37,03	36,92	37,11	36,71	37,33	37,31	37,61	37,28	37,38
8	37,50	37,06	37,12	37,17	36,84	37,45	37,33	37,71	37,30	37,48
12	37,76	37,13	37,30	37,32	37,12	37,62	37,44	37,86	37,49	37,61
16	37,95	37,24	37,50	37,44	37,41	37,71	37,59	37,96	37,73	37,71
20	38,12	37,40	37,71	37,53	37,61	37,78	37,71	38,10	37,99	37,82
24	38,27	37,64	38,02	37,61	37,78	38,04	37,88	38,19	38,10	37,91
28	38,16	37,83	37,80	37,68	37,88	38,24	38,06	38,33	38,27	37,97
32	38,26	38,11	37,86	37,73	37,89	38,20	38,14	38,39	38,39	37,92
26	38,34	38,15	38,12	37,67	38,00	38,27	38,24	38,42	38,47	37,91
40	38,36	38,24	38,19	37,79	38,08	38,34	38,34	38,49	38,49	37,99
44	38,44	38,36	38,30	37,88	38,17	38,45	38,43	38,55	38,53	38,06
48	38,50	38,45	38,39	37,94	38,22	38,54	38,49	38,63	38,60	38,13
52	38,58	38,57	38,51	37,99	38,27	38,61	38,50	38,72	38,69	38,16
56	38,66	38,71	38,58	37,99	38,33	38,67	38,53	38,78	38,79	38,16
60	38,66	38,80	38,62	38,01	38,38	38,72	38,47	38,82	38,85	38,18

Valores individuais de temperatura retal em °C na situação com cabelos intactos.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	37,42	36,79	36,81	37,09	36,62	37,23	37,39	37,4	36,66	37,16
4	37,50	36,88	37,08	37,13	36,70	37,28	37,52	37,49	36,77	37,20
8	37,68	36,92	37,11	37,16	36,91	37,35	37,52	37,61	36,88	37,25
12	37,81	37,01	37,19	37,25	37,22	37,56	37,59	37,73	36,98	37,32
16	37,98	37,14	37,37	37,36	37,44	37,64	37,72	37,88	37,13	37,42
20	38,13	37,30	37,54	37,49	37,59	37,8	37,81	38,0	37,34	37,54
24	38,27	37,48	37,72	37,59	37,74	37,93	37,95	38,11	37,38	37,61
28	38,41	37,67	37,88	37,68	37,86	38,01	38,08	38,23	37,42	37,70
32	38,56	37,81	38,01	37,72	37,91	38,06	38,16	38,27	37,48	37,66
26	38,64	37,93	38,11	37,81	38,04	38,16	38,2	38,34	37,61	37,75
40	38,84	38,03	38,17	37,89	38,31	38,24	38,29	38,39	37,90	37,83
44	38,88	38,16	38,18	37,98	38,45	38,36	38,38	38,48	38,01	37,90
48	38,92	38,28	38,24	38,08	38,48	38,39	38,42	38,53	38,15	37,98
52	38,94	38,38	38,29	38,18	38,51	38,40	38,47	38,58	38,36	38,03
56	38,91	38,49	38,34	38,27	38,54	38,42	38,52	38,61	38,42	38,08
60	38,86	38,58	38,39	38,32	38,58	38,48	38,53	38,65	38,49	38,16

Valores individuais de temperatura retal em °C na situação com cabelos raspados.

APÊNDICE K. Variação da temperatura retal durante o exercício contínuo.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0
4	0,12	0	0,04	0,02	0,03	0,01	0,01	0,07	0,01	0,04
8	0,19	0,03	0,24	0,08	0,16	0,13	0,03	0,17	0,03	0,14
12	0,45	0,1	0,42	0,23	0,44	0,3	0,14	0,32	0,22	0,27
16	0,64	0,21	0,62	0,35	0,73	0,39	0,29	0,42	0,46	0,37
20	0,81	0,37	0,83	0,44	0,93	0,46	0,41	0,56	0,72	0,48
24	0,96	0,61	1,14	0,52	1,1	0,72	0,58	0,65	0,83	0,57
28	0,85	0,8	0,92	0,59	1,2	0,92	0,76	0,79	1	0,63
32	0,95	1,08	0,98	0,64	1,21	0,88	0,84	0,85	1,12	0,58
26	1,03	1,12	1,24	0,58	1,32	0,95	0,94	0,88	1,2	0,57
40	1,05	1,21	1,31	0,7	1,4	1,02	1,04	0,95	1,22	0,65
44	1,13	1,33	1,42	0,79	1,49	1,13	1,13	1,01	1,26	0,72
48	1,19	1,42	1,51	0,85	1,54	1,22	1,19	1,09	1,33	0,79
52	1,27	1,54	1,63	0,9	1,59	1,29	1,2	1,18	1,42	0,82
56	1,35	1,68	1,7	0,9	1,65	1,35	1,23	1,24	1,52	0,82
60	1,35	1,77	1,74	0,92	1,7	1,4	1,17	1,28	1,58	0,84

Valores individuais do delta da temperatura retal em ° C na situação com cabelos intactos.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0,08	0,09	0,27	0,04	0,08	0,05	0,13	0,09	0,11	0,04
8	0,26	0,13	0,3	0,07	0,29	0,12	0,13	0,21	0,22	0,09
12	0,39	0,22	0,38	0,16	0,6	0,33	0,2	0,33	0,32	0,16
16	0,56	0,35	0,56	0,27	0,82	0,41	0,33	0,48	0,47	0,26
20	0,71	0,51	0,73	0,4	0,97	0,57	0,42	0,6	0,68	0,38
24	0,85	0,69	0,91	0,5	1,12	0,7	0,56	0,71	0,72	0,45
28	0,99	0,88	1,07	0,59	1,24	0,78	0,69	0,83	0,76	0,54
32	1,14	1,02	1,2	0,63	1,29	0,83	0,77	0,87	0,82	0,5
26	1,22	1,14	1,3	0,72	1,42	0,93	0,81	0,94	0,95	0,59
40	1,42	1,24	1,36	0,8	1,69	1,01	0,9	0,99	1,24	0,67
44	1,46	1,37	1,37	0,89	1,83	1,13	0,99	1,08	1,35	0,74
48	1,5	1,49	1,43	0,99	1,86	1,16	1,03	1,13	1,49	0,82
52	1,52	1,59	1,48	1,09	1,89	1,17	1,08	1,18	1,7	0,87
56	1,49	1,7	1,53	1,18	1,92	1,19	1,13	1,21	1,76	0,92
60	1,44	1,79	1,58	1,23	1,96	1,25	1,14	1,25	1,83	1

Valores individuais do delta da temperatura retal em ° C na situação com cabelos raspados.

APÊNDICE L. Frequência cardíaca durante o exercício contínuo.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	110	73	70	72	70	78	72	92	72	72
4	135	130	135	133	123	130	140	142	129	120
8	151	140	135	138	130	132	148	153	136	123
12	146	148	143	149	133	135	150	156	128	130
16	156	152	145	154	140	136	148	149	129	136
20	154	151	148	153	142	136	155	158	139	130
24	155	152	151	154	147	139	155	158	140	129
28	166	156	147	156	149	140	159	155	141	130
32	155	139	135	155	146	143	150	154	137	131
26	156	150	145	160	152	143	154	163	136	123
40	162	154	151	162	157	142	158	167	140	132
44	163	160	155	162	153	143	158	167	139	133
48	164	163	159	165	155	141	158	163	145	131
52	160	163	156	166	153	144	155	170	149	132
56	163	168	158	166	156	147	155	167	148	135
60	161	169	159	167	158	148	156	166	148	134

Valores individuais de frequência cardíaca em $b.min^{-1}$ na situação com cabelos intactos.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	84	68	53	62	67	58	70	79	48	62
4	151	126	127	124	130	125	135	130	132	126
8	155	132	139	143	135	124	141	145	130	132
12	160	142	140	155	145	137	148	152	135	130
16	160	146	145	159	148	141	155	147	139	131
20	166	149	148	160	150	141	155	156	141	137
24	169	151	148	168	150	140	157	154	142	135
28	168	154	148	167	149	148	158	151	147	137
32	153	149	140	160	157	142	148	157	142	133
26	169	160	145	166	149	144	152	150	139	136
40	170	160	151	172	151	149	155	160	142	137
44	169	164	151	172	157	149	158	158	145	139
48	171	169	152	174	155	148	153	154	147	142
52	168	171	156	178	155	152	152	158	151	142
56	172	171	154	175	158	155	154	160	150	143
60	170	170	157	178	161	158	153	169	153	145

Valores individuais de frequência cardíaca em $b.min^{-1}$ na situação com cabelos raspados.

APÊNDICE M. Variação da Frequência cardíaca durante o exercício contínuo.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	25	57	65	61	53	52	68	50	57	48
8	41	67	65	66	60	54	76	61	64	51
12	36	75	73	77	63	57	78	64	56	58
16	46	79	75	82	70	58	76	57	57	64
20	44	78	78	81	72	58	83	66	67	58
24	45	79	81	82	77	61	83	66	68	57
28	56	83	77	84	79	62	87	63	69	58
32	45	66	65	83	76	65	78	62	65	59
26	46	77	75	88	82	65	82	71	64	51
40	52	81	81	90	87	64	86	75	68	60
44	53	87	85	90	83	65	86	75	67	61
48	54	90	89	93	85	63	86	71	73	59
52	50	90	86	94	83	66	83	78	77	60
56	53	95	88	94	86	69	83	75	76	63
60	51	96	89	95	88	70	84	74	76	62

Valores individuais do delta da frequência cardíaca em $b.min^{-1}$ na situação com cabelos intactos.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	67	58	74	62	63	67	65	51	84	64
8	71	64	86	81	68	66	71	66	82	70
12	76	74	87	93	78	79	78	73	87	68
16	76	78	92	97	81	83	85	68	91	69
20	82	81	95	98	83	83	85	77	93	75
24	85	83	95	106	83	82	87	75	94	73
28	84	86	95	105	82	90	88	72	99	75
32	69	81	87	98	90	84	78	78	94	71
26	85	92	92	104	82	86	82	71	91	74
40	86	92	98	110	84	91	85	81	94	75
44	85	96	98	110	90	91	88	79	97	77
48	87	101	99	112	88	90	83	75	99	80
52	84	103	103	116	88	94	82	79	103	80
56	88	103	101	113	91	97	84	81	102	81
60	86	102	104	116	94	100	83	90	105	83

Valores individuais do delta da frequência cardíaca em $b.min^{-1}$ na situação com cabelos raspados.

APÊNDICE N. Índice de estresse fisiológico durante o exercício contínuo.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2,02	2,57	2,90	2,40	2,18	2,30	2,96	2,10	2,10	1,78
8	2,61	2,78	3,14	2,96	2,65	2,71	3,36	3,31	3,31	2,36
12	3,11	3,42	3,79	3,62	3,26	3,18	3,79	4,05	4,05	2,94
16	3,85	3,83	4,36	4,16	4,00	3,64	4,20	4,42	4,42	3,52
20	5,05	4,09	4,89	4,61	4,64	3,83	4,57	4,16	4,16	3,77
24	5,27	4,39	5,43	4,85	5,15	4,13	4,86	5,07	5,07	3,87
28	5,73	4,94	5,71	4,92	5,58	5,07	5,64	5,28	5,28	4,12
32	5,58	5,57	5,47	4,92	5,89	5,35	5,73	5,54	5,54	4,05
26	5,76	5,78	5,17	5,25	5,80	5,17	5,70	6,13	6,13	3,63
40	5,87	6,22	6,08	5,33	6,29	5,42	6,19	6,53	6,53	4,05
44	6,35	6,42	6,32	5,82	6,50	5,75	6,51	6,72	6,72	4,33
48	6,63	6,72	6,79	5,96	6,44	5,90	6,62	6,80	6,80	4,47
52	6,47	7,16	6,95	6,13	6,69	6,09	6,69	7,18	7,18	4,54
56	6,56	7,60	7,21	6,17	6,73	6,42	6,43	7,47	7,47	4,77
60	6,80	7,97	7,30	6,26	6,87	6,60	6,50	7,29	7,29	4,77

Valores individuais do Índice de Estresse Fisiológico (IEF) em unidades na situação com cabelos intactos.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2,92	2,32	3,34	2,65	2,49	2,61	2,50	2,47	2,47	2,75
8	3,82	3,00	3,53	3,01	3,23	3,11	3,49	3,20	3,20	2,86
12	4,19	3,35	4,06	3,92	3,91	3,67	3,63	4,16	4,16	3,14
16	4,82	3,82	4,42	4,46	4,75	4,05	4,34	4,29	4,29	3,37
20	5,63	4,21	4,87	4,88	5,13	4,50	4,69	4,68	4,68	3,78
24	6,27	4,74	5,05	5,43	5,54	4,77	5,14	5,09	5,09	4,08
28	6,64	5,23	5,52	5,59	5,77	5,32	5,40	5,45	5,45	4,22
32	6,43	5,38	5,92	5,67	5,91	5,14	5,80	5,86	5,86	4,33
26	7,13	5,55	6,16	5,63	5,93	5,40	5,39	5,68	5,68	4,27
40	7,53	6,33	6,25	6,01	6,27	5,78	5,79	6,19	6,19	4,57
44	8,07	6,75	6,37	6,38	6,92	5,98	6,23	6,21	6,21	4,76
48	8,09	7,15	6,42	6,63	7,09	6,28	6,21	6,43	6,43	5,06
52	8,00	7,42	6,69	6,95	7,13	6,35	6,19	6,70	6,70	5,27
56	7,82	7,55	6,86	7,17	7,25	6,49	6,33	6,82	6,82	5,27
60	8,56	7,87	6,90	7,32	7,50	6,73	6,45	7,14	7,14	5,48

Valores individuais do Índice de Estresse Fisiológico (IEF) em unidades na situação com cabelos raspados.

APÊNDICE O. Percepção subjetiva do esforço durante o exercício contínuo.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0										
4	11	9	7	9	7	7	9	8	8	8
8	11	9	7	10	7	7	11	8	8	8
12	12	9	8	10	7	9	11	8	8	8
16	12	9	8	10	7	9	11	10	8	8
20	13	9	8	10	8	9	11	10	11	9
24	14	9	9	10	8	9	11	11	11	9
28	14	9	9	10	8	9	13	12	11	10
32	13	9	8	10	7	10	13	10	11	10
26	15	9	8	10	7	10	14	10	12	10
40	15	9	9	10	8	11	14	10	11	11
44	15	9	9	10	9	11	15	11	11	11
48	15	9	10	10	9	11	15	13	11	11
52	15	9	10	11	9	11	15	13	12	12
56	16	9	10	11	9	12	14	13	12	12
60	16	9	10	11	9	12	15	13	12	12

Valores individuais de percepção subjetiva do esforço em unidades na situação com cabelos intactos.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0										
4	9	9	7	7	7	8	11	8	9	9
8	11	9	7	7	7	8	12	8	9	10
12	11	9	7	7	7	8	12	10	10	10
16	13	9	7	8	7	8	13	11	10	11
20	13	9	8	8	7	9	13	11	10	11
24	13	9	8	9	7	9	14	12	10	11
28	13	9	8	9	7	9	15	12	10	12
32	13	9	8	9	7	9	13	12	10	12
26	13	9	9	9	7	9	13	13	10	12
40	15	9	9	9	7	9	13	13	10	12
44	15	9	9	10	7	9	14	14	10	13
48	17	9	9	10	7	9	14	14	10	13
52	15	9	10	10	7	10	14	15	10	13
56	15	9	11	10	7	10	15	16	10	13
60	15	9	11	10	7	10	15	16	10	13

Valores individuais de percepção subjetiva do esforço em unidades na situação com cabelos raspados.

APÊNDICE P. Conforto Térmico durante exercício contínuo.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	+1	0	0	0	0	0	+1	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	+1	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	+1	0	0	0
12	+1	0	0	0	0	0	+1	0	0	0
16	+1	0	0	0	0	0	+1	0	0	0
20	+2	0	0	0	0	0	+1	0	+1	0
24	+2	0	0	0	0	0	+1	0	+1	0
28	+2	0	0	0	0	0	+1	0	+1	0
32	+1	0	0	0	+1	0	+1	0	+1	0
26	+2	0	0	0	+1	0	+2	+1	+1	0
40	+2	0	0	0	+1	0	+2	+1	+1	0
44	+2	0	0	0	+1	0	+2	+1	+1	0
48	+2	0	+1	0	+1	+1	+2	+1	+1	0
52	+2	+1	+1	0	+1	+1	+2	+1	+1	0
56	+2	+1	+1	0	+1	+1	+2	+1	+1	0
60	+2	+1	+1	0	+1	+1	+2	+1	+1	0

Valores individuais do conforto térmico em unidades na situação com cabelos intactos.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	0	0	0	0	0	0	+1	0	+1	+1
4	0	0	0	0	0	0	+1	0	+1	+1
8	+1	0	0	0	0	0	+1	0	+1	+1
12	+1	0	0	0	0	0	+1	+1	+1	+1
16	+2	0	0	0	0	0	+1	+1	+1	+1
20	+2	0	0	0	0	0	+1	+1	+1	+1
24	+2	0	0	0	0	0	+1	+1	+1	+1
28	+2	0	0	0	0	0	+1	+1	+1	+1
32	+2	0	0	0	0	0	+1	+1	+1	+1
26	+2	0	+1	0	+1	0	+1	+1	+1	+1
40	+3	0	+1	0	+1	0	+1	+1	+1	+1
44	+3	0	+1	0	+1	0	+1	+2	+1	+1
48	+3	0	+1	0	+1	+1	+2	+2	+1	+1
52	+3	+1	+1	0	+1	+1	+2	+2	+1	+1
56	+3	+1	+1	0	+1	+1	+2	+2	+1	+1
60	+3	+1	+1	0	+1	+1	+2	+2	+1	+1

Valores individuais do conforto térmico em unidades na situação com cabelos raspados

APÊNDICE Q. Taxa de sudorese total em ambas situações

	v1	v2	v3	v4	V5	v6	v7	v8	v9	v10
Cabelo	8,532	6,865	7,398	6,220	6,831	6,731	7,484	7,509	7,545	5,687
Raspado	9,299	7,82	8,015	7,583	6,334	7,342	7,265	7,169	8,619	7,338

Valores individuais da taxa de sudorese total em $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{min}^{-1}$.

APÊNDICE R. Taxa de sudorese local

	Testa		Peito		braço		coxa	
	cabelo	raspado	cabelo	raspado	cabelo	raspado	cabelo	raspado
v1	1,523	1,387	1,488	1,431	1,528	1,362	1,494	0,840
v2	1,551	1,530	1,460	1,518	1,276	1,356	0,657	0,675
v3	1,010	0,909	1,272	1,350	1,016	1,047	0,82	0,636
v4	1,559	1,232	1,427	1,544	0,621	0,792	0,536	0,743
v5	1,528	1,588	1,682	1,586	0,593	0,930	0,944	0,911
v6	1,335	1,681	1,084	0,989	1,051	1,140	0,572	0,681
v7	0,450	0,611	1,077	1,146	0,516	0,507	0,660	0,877
v8	1,555	1,508	1,179	1,111	0,574	0,914	0,155	0,264
v9	1,587	1,591	1,478	1,568	0,412	0,565	0,655	0,850
v10	1,596	1,587	0,852	1,013	0,909	0,998	0,826	0,992

Valores individuais da taxa de sudorese local em $\text{mg}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{min}^{-1}$ nas regiões da testa, peito, braço e coxa nos últimos trinta minutos de exercício contínuo.

APÊNDICE S. Volume de água ingerido.

	v1	v2	v3	v4	V5	v6	v7	v8	v9	v10
Cabelo	60	0	500	190	80	200	1000	400	0	120
Raspado	500	310	500	500	125	210	1000	250	125	210

Valores individuais do volume de água ingerido em mL em ambas situações.

APÊNDICE T. Temperatura local da pele durante o exercício contínuo.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	34,31	35,18	35,59	34,44	34,84	35,87	35,71	34,73	36,62	35,92
4	34,21	35,45	34,11	34,24	33,31	34,89	35,6	33,29	35,24	33,35
8	34,56	35,78	34,54	34,57	33,28	35,15	35,43	34,04	35,24	33,04
12	35,31	35,94	34,79	34,31	33,66	35,28	35,78	33,51	35,29	33,17
16	35,5	36,02	34,51	33,83	34,12	35,41	36,06	33,26	34,95	32,43
20	35,6	36,03	34,53	33,82	34,09	35,04	35,71	32,83	34,72	31,86
24	35,1	35,97	34,17	33,46	34,04	35,36	34,73	33,86	34,44	30,84
28	35,54	36,21	34,19	33,47	34,08	34,99	35,5	33,34	32,86	30,79
32	35,63	35,87	34,39	32,69	32,42	35,22	35,38	32,48	31,91	29,83
26	34,72	35,89	33,81	33,18	32,31	34,61	35,51	32,18	32,28	30,45
40	36,26	35,99	33,58	32,39	32,21	34,26	35,6	32,24	32,09	30,14
44	35,2	36,32	34,34	32,92	33,04	34,21	36,04	32,39	32,21	28,96
48	36,65	36,65	33,31	32,71	33,59	33,95	36,78	32,45	32,32	29,03
52	35,87	36,86	34,26	32,74	33,77	33,84	36,36	32,49	32,7	28,49
56	35,65	36,54	34,16	32,72	33,74	34,21	36,48	32,61	32,03	27,98
60	35,41	37,09	34,17	32,24	33,76	34,15	36,47	33,25	32,34	27,48

Valores individuais de temperatura da testa em ° C na situação com cabelos intactos.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	35,17	35,06	34,76	36,49	34,62	34,62	34,93	34,66	35,68	35,59
4	36,45	35,39	34,33	33,77	33,35	34,33	34,33	34,1	34,79	34,24
8	33,32	35,28	34,87	33,4	33,19	34,29	34,66	31,59	35,13	33,58
12	39,86	35,22	34,42	32,93	33,39	34,36	34,39	31,09	35,07	32,26
16	39,54	35,22	34,33	32,7	34,36	34,23	34,34	31,55	31,44	31,01
20	39,37	35,06	33,78	32,1	34,36	34,29	34,26	31,78	33,89	31,41
24	39,37	35,3	33,22	32,6	34,08	33,88	34,4	32,33	34,5	31,37
28	39,25	35,46	33,65	31,91	34,69	33,76	34,06	31,77	34,68	31,26
32	37,56	34,49	33,32	29,43	34,01	30,73	34,26	33,48	34,39	29,93
26	38,79	34,67	32,97	29,65	34,32	30,86	34,44	31,08	32,38	28,98
40	39,15	34,64	32,63	31,03	34,2	31,31	34,26	31,56	33,24	29,62
44	39,71	34,98	33,37	30,92	33,93	31,13	34,39	31,79	32,71	30,32
48	39,14	35,1	32,19	31,05	34,51	31,34	34,46	31,83	33,07	30,65
52	39,55	34,89	32,68	30,32	34,03	31,67	34,35	30,63	33,21	29,58
56	39,37	34,94	32,21	29,95	34,43	31,31	34,66	31,99	32,93	32,36
60	39,42	34,87	32,21	30,68	34,27	31,66	34,41	31,47	33,61	31,34

Valores individuais de temperatura da testa em ° na situação com cabelos raspados.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	40,5	43,41	39,11	37,88	42,31	39,64	39,9	43,65	41,82	41,73
4	36,42	42,34	38,31	37,87	40,07	39,86	40,33	42,6	43,19	40,13
8	39,9	41,05	37,59	37,28	40,4	40	38,91	41,47	41,69	36,65
12	43,59	41,68	39,51	37,18	40,3	40,75	39,99	41,85	41,34	39,63
16	44,7	42,39	39,57	36,43	40,58	40,09	40,56	41,48	41,9	38,11
20	45,45	42,62	39,21	36,11	40,49	40,15	39,46	42,44	41,54	37,13
24	45,1	42,95	40,32	36,11	40,86	40,17	39,01	41,71	42,37	35,71
28	45,68	42,96	39,54	36,11	39,95	40,23	38,99	41,93	41,52	35,29
32	45,54	43,48	38,76	36,02	40,4	40,11	39,27	42,79	41,89	38,91
26	43,21	42,65	38,33	36,42	40,83	40,84	38,81	42,69	41,57	37,82
40	45,01	43,28	38,33	36,34	40,83	40,37	38,5	42,39	41,74	36,56
44	43,8	43,16	37,74	34,39	40,55	40,86	38,78	42,13	42,52	36,43
48	43,2	43,37	38,34	34,55	40,28	40,75	38,76	42,73	42,33	36,07
52	42,72	43,02	38,54	35,06	40,41	41,25	39,51	42,49	42,69	38,98
56	41,22	43,41	38,12	34,55	40,8	41,86	38,86	42,53	39,99	39,99
60	39,15	43,25	39,11	35,06	40,2	40,95	39,06	42,69	41,82	36,4

Valores individuais de temperatura do topo da cabeça em ° C na situação com cabelos intactos.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	35,53	41,34	36,65	36,6	38,8	37,54	36,48	38,7	39,78	39,08
4	40,75	34,05	38,01	34,8	37,79	37,6	37,06	37,15	39,71	39,1
8	37,45	39,96	38,81	34,01	37,65	37,24	37,39	34,99	40,16	40,29
12	42,83	39,75	38,37	34,63	37,94	37,06	36,48	36,08	40	39,92
16	43,6	39,58	38,09	34,78	38,18	37,08	36,49	37,12	37,91	38,03
20	43,13	39,56	38,37	34,56	38,38	36,14	36,66	37,32	39,12	39,01
24	43	39,62	35,02	34,66	38,33	37,01	36,36	37,49	41,2	38,65
28	42,46	40,17	34,41	34,08	38,53	36,89	36,44	38,6	41,21	39,17
32	36,53	40,59	37,99	33,31	37,72	36,21	36,73	37,07	41,49	40,68
26	42,95	40,34	38,5	34,24	38,98	38,46	37,35	37,85	39,61	37,65
40	42,8	40,32	38,5	34,42	38,96	37,71	35,97	38,12	32,94	40,21
44	43,25	40,5	38,38	34,86	37,71	37,72	36,57	36,83	38,81	39,26
48	41,8	40,52	36,28	34,57	39,33	36,58	37,15	37,07	40,38	39,3
52	42,56	40,49	36,13	34,38	38,34	38,08	37,05	36,02	40,64	35,79
56	41,52	40,37	34,62	34,08	38,98	37,48	37,31	37,08	38,96	39,01
60	42,41	40,53	34,88	34,13	38,95	38,48	35,99	37,41	40,01	39,04

Valores individuais de temperatura do topo da cabeça em ° C na situação com cabelos raspados.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	31,46	35,65	34,33	32,32	32,89	33,89	35,04	34,82	35,77	34,98
4	31,08	35,48	33,16	31,27	31,36	32,59	32,45	33,99	34,43	32,45
8	31,54	35,32	33,33	30,83	30,88	32,58	33,53	33,58	34,18	31,6
12	32,17	35,44	33,35	30,47	30,99	32,54	33,56	33,33	34,45	31,69
16	32,37	34,34	33,12	30,13	31,22	32,47	33,83	33,42	34,17	31,68
20	32,33	33,84	33,12	30,31	31,14	32,2	33,22	33,37	34,23	31,11
24	32	33,58	33,31	30,7	31,16	32,72	34,44	33,75	34,01	30,28
28	32,81	33,72	33,39	30,78	30,93	32,53	34,78	33,89	33,65	30,19
32	32,4	33,67	33,59	30,34	31,12	33,3	34,44	34,53	33,9	30,82
26	32,31	33,67	33,77	30,6	30,59	32,82	34,27	34,06	33,74	30,42
40	32,98	33,81	33,16	30,41	30,36	32,43	34,83	33,48	33,49	30,62
44	33,04	34,13	33,53	31,16	30,78	32,65	34,83	33,98	33,68	30,06
48	32,94	34,46	33,7	30,21	30,61	32,26	35,34	33,96	33,8	30,13
52	32,9	34,47	34,34	31,25	30,77	32,61	35,08	34,27	33,81	30,82
56	32,8	34,52	34,57	31,01	30,87	33,11	35,31	34,03	33,29	31,18
60	32,53	34,85	34,39	30,95	30,98	33,15	35,56	33,87	33,94	30,78

Valores individuais de temperatura do queixo em ° C na situação com cabelos intactos.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	36,62	33,39	33,45	32,88	33,62	33,31	32,46	33,85	33,77	34,62
4	32,86	32,88	33,26	31,37	32,04	32,46	32,42	32,89	33,23	33,38
8	34,75	31,98	33,44	30,66	31,86	32,24	32,28	33,02	33,26	32,78
12	33,34	31,93	33,12	30,46	31,99	31,99	31,91	32,64	33,16	32,45
16	34	31,52	33,09	39,45	32,23	32,11	32,12	32,55	32,2	32,21
20	33,67	31,36	32,77	39,78	32,29	32,18	31,89	32,41	32,21	32,41
24	33,92	31,76	32,15	30,64	31,87	32,5	32,04	32,9	33	32,24
28	32,94	32,01	32,51	30,76	32,45	32,39	31,93	32,96	32,82	32,17
32	32,08	31,24	34,04	39,64	32,92	32,98	31,96	33,21	33,41	32,46
26	34,24	32,37	33,17	30,27	32,82	32,68	29,75	32,52	33,06	31,35
40	33,86	31,88	33,01	31,59	32,7	32,58	31,57	32,79	33,24	32,61
44	33,55	32,91	32,91	32,22	32,43	32,76	32,08	32,69	33,25	32,62
48	32,77	33,22	32,57	32,57	32,87	32,83	32,64	32,75	32,97	32,84
52	32,89	32,55	32,53	32,32	32,39	33,14	32,99	32,18	33,26	32,9
56	32,28	32,94	31,89	32,71	32,78	33,34	32,56	32,39	33,39	33,39
60	32,67	33,03	32,21	33,04	32,77	33,31	32,59	32,74	33,36	33,55

Valores individuais de temperatura do queixo em ° C na situação com cabelos raspados.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	32,78	35,29	35,74	33,19	34,27	35,08	35,5	34,67	35,87	34,69
4	32,02	35,75	35,34	32,74	33,28	34,28	34,92	34,56	35,34	32,57
8	32,3	35,93	34,34	33,81	32,84	34,49	34,47	35,45	35,27	31,74
12	32,82	36,11	35,22	34,11	32,93	34,61	34,17	35,59	35,13	32,36
16	32,99	35,73	35,23	33,71	33,76	34,36	34,34	35,66	34,77	32,4
20	34,6	35,49	35,11	33,4	33,69	34,09	34,44	35,72	34,86	32,02
24	35,7	35,1	35,34	33,12	33,59	34,18	34,52	35,86	34,67	31,46
28	35,42	35,27	34,22	32,81	33,17	33,88	34,99	36,15	34,37	31,42
32	34,45	35,2	33,32	32,77	32,47	33,99	34,74	35,46	34,38	31,79
26	36,29	35,29	33,59	32,88	32,8	33,71	34,28	35,85	34,2	31,63
40	37,02	35,02	33,71	32,53	32,79	33,52	34,74	35,91	34	32,1
44	36,63	35,17	33,79	33,12	33,18	33,48	34,98	35,84	34,08	31,64
48	36,6	35,52	33,86	33,02	33,33	33,56	35,3	35,89	33,99	31,56
52	36,16	35,4	34,35	32,55	33,11	33,64	35,04	36,13	34,03	32,27
56	35,8	35,26	34,16	32,4	33,15	66,78	35,09	35,84	33,72	32,49
60	35,4	35,59	34,28	32,47	33,22	33,95	35,29	38,77	33,86	32,32

Valores individuais de temperatura do peito em °C na situação com cabelos intactos.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	34,15	34,64	34,89	34,46	34,78	33,64	33,4	35,16	34,76	34,26
4	34,15	34,84	34,87	33,34	33,86	33,49	33,52	34,88	34,61	33,31
8	35,01	34,56	35,02	33,66	33,7	33,86	33,28	35,39	34,85	33,18
12	35,11	34,01	35,11	34,21	33,88	33,99	33,07	35,33	34,31	33,45
16	35,58	33,75	35,06	34,06	33,84	34,12	33,27	35,16	33,89	33,17
20	35,32	33,38	34,57	33,66	33,69	34,02	33,39	35,17	33,6	33,67
24	35,41	33,34	34,41	33,72	33,41	34,24	33,56	33,34	33,99	33,04
28	35,19	33,39	34,33	33,21	33,47	34,27	33,52	35,47	33,74	33,06
32	33,58	31,57	34,03	32,39	32,92	34,04	33,23	35,29	37,98	33,95
26	33,71	32,58	33,53	33,1	33,25	34,36	33,57	35,22	33,73	33,78
40	33,96	31,99	32,92	33,4	33,14	34,28	33,57	35,35	33,77	34,32
44	36,02	32,54	33,58	33,39	32,78	34,37	33,64	35,42	33,77	34,23
48	34,89	33,52	33,41	33,56	33,32	34,42	33,81	35,51	33,64	34,36
52	35,56	32,97	33,27	33,37	32,92	34,66	33,83	35,29	33,81	34,19
56	34,63	32,34	32,77	33,33	33,29	34,53	33,78	35,26	33,75	34,77
60	34,45	32,21	33,56	33,56	33,1	34,59	33,54	35,48	33,9	34,67

Valores individuais de temperatura do peito em ° na situação com cabelos raspados.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	35	34,25	34,71	35,61	34,26	34,81	35,15	35,31	35,14	35,6
4	34,8	34,27	35,58	36,31	33,56	34,79	34,94	35,1	35,78	33,82
8	36,2	34,13	36,36	36,21	33,47	34,85	34,99	35,2	36,03	33,01
12	36,8	34,15	36,16	34,66	33,61	34,78	34,68	34,74	36,04	34,17
16	37,17	34,18	35,39	33,21	34,36	34,74	34,28	33,4	36,02	33,68
20	37,3	33,84	34,37	32,69	34,25	34,03	34,11	33,66	36,11	32,92
24	37,15	33,66	34,3	32,58	33,48	32,95	33,66	33,32	36,08	32,24
28	36,81	34,26	34,57	32,28	32,73	33,04	34,02	33,8	35,87	32,33
32	37,01	33,73	34,54	32,87	33,22	35,4	32,47	35,08	36,11	33,37
26	36,47	33,72	34,76	32,89	33,24	35,05	32,31	34,39	36,06	33,63
40	37,27	33,76	34,52	31,68	33,21	34,35	32,64	35,26	35,91	33,53
44	35,61	34,09	34,71	33,12	32,12	33,89	34,18	34,68	36,04	33,34
48	36,23	34,74	34,72	31,42	32,68	34,03	35,06	35,21	36,13	32,95
52	35,85	34,67	34,38	31,13	33,18	34,05	35,09	35,77	36,17	34,34
56	35,01	34,83	34,31	31,22	33,03	33,86	35,17	35,09	35,82	34,55
60	35,05	35,27	34,88	31,32	33,26	34,5	35,28	35,22	35,98	33,36

Valores individuais de temperatura do braço em ° C na situação com cabelos intactos.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	34,87	35,91	34,71	35,18	33,58	33,63	35,12	35,96	35,41	35,46
4	36,16	35,48	35,26	34,26	32,95	33,69	34,81	34,05	35,21	34,36
8	35,3	35,12	35,7	34,11	32,77	33,82	34,54	35,14	35,62	34,04
12	35,58	34,96	35,17	34,01	32,94	34,08	34,59	34,19	35,32	34,53
16	35,57	34,86	34,87	33,42	33,5	34,27	34,11	33,4	35,13	34,23
20	34,65	34,67	34,05	33,03	33,05	33,98	33,17	33,02	35,06	34,43
24	34,55	34,73	33,92	33,27	32,71	33,74	32,44	33,48	35,45	34,35
28	34,22	34,78	33,88	32,86	33,13	33,18	32,3	33,11	35,23	34,23
32	33,45	35,11	33,68	32,59	32,48	32,88	31,42	34,17	35,71	35,19
26	33,91	35,48	33,56	34,04	33,49	33,83	32,41	34,92	35,64	34,59
40	34,22	34,68	32,03	33,54	33,34	33,04	32,72	35,01	35,92	35,01
44	34,4	34,98	33,97	33,42	33,03	33,04	33,25	35,28	35,77	35,07
48	33,98	35,19	33,62	33,45	33,53	33	33,17	35,57	35,66	35,26
52	33,72	35,2	33,16	33,46	33,16	33,09	34,08	35,05	35,76	34,69
56	34,12	35,23	32,92	33,89	33,49	32,99	33,78	35,52	35,67	35,65
60	33,96	33,8	33,51	33,93	33,31	33,11	34,39	35,71	35,78	35,72

Valores individuais de temperatura do braço em ° C na situação com cabelos raspados

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	33,12	37,34	35,34	31,87	32,09	35,72	33,65	34,18	36,13	36,61
4	33,1	36,57	35,59	32,46	32,89	35,08	33,54	34,41	36,25	33,93
8	35,37	36,63	35,39	33,02	33,73	35,31	34,25	34,83	36,33	33,41
12	36	36,81	35,32	33,33	34,28	35,33	34,18	34,7	36,43	33,65
16	36,36	37,61	35,71	33,56	34,8	35,17	34,46	34,71	36,25	33,24
20	36,54	37,42	35,59	33,29	34,72	34,95	34,74	34,77	36,04	33
24	36,14	37,64	35,56	33,24	34,49	34,84	34,68	35,19	36,04	32,83
28	35,97	37,2	35,74	33,07	34,27	34,79	34,86	35,37	35,88	32,61
32	33,15	37,06	35,3	32,49	34,18	35,1	34,52	36,41	36,54	33,73
26	31,72	37,09	35,32	32,86	34,39	35,03	34,84	36,07	36,27	34,15
40	32,22	37,04	35,38	32,8	34,36	34,99	35,17	36,09	36,32	34,24
44	31,77	37,32	35,34	32,95	34,36	34,89	35,27	36,27	36,45	34,32
48	32,24	37,48	36,32	32,69	34,37	34,98	35,47	36,37	36,65	34,18
52	31,9	37,52	36,11	32,62	34,42	35,35	35,62	36,45	36,67	34,83
56	31,4	37,26	36,34	32,74	34,49	35,28	35,74	36,44	36,68	34,87
60	30,78	37,48	36,14	32,84	34,63	35,15	35,46	36,42	36,87	34,54

Valores individuais de temperatura da coxa em °C na situação com cabelos intactos.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	31,58	36,3	34,06	32,89	33,79	34,82	33,8	35,31	35,55	35,64
4	32,49	35,82	35,11	32,58	33,52	34,59	32,97	34,66	35,74	34,15
8	33,2	35,43	35,92	33,6	33,78	34,99	33,31	34,98	35,93	33,98
12	33,63	35,27	35,92	34,35	34,37	35,24	33,64	34,86	35,98	34,16
16	33,87	34,9	35,94	34,29	34,91	35,24	33,79	34,67	35,72	33,72
20	34,18	34,62	35,6	34,26	34,54	34,5	33,48	34,65	35,83	33,96
24	33,8	34,89	35,41	34,39	33,88	34,42	33,15	34,74	35,81	33,82
28	33,26	35,06	35,19	34,37	33,88	34,21	33,06	34,92	35,69	33,82
32	33,74	36,09	34,84	33,41	33,75	34,42	33,54	35,48	35,48	34,85
26	32,75	35,51	35,18	34,09	34,24	34,72	32,96	35,28	35,37	34,76
40	33,27	35,39	35,08	34,15	34,03	34,39	33,11	35,39	35,72	35,26
44	33,26	35,32	35,29	34,29	34,21	34,2	33,64	35,61	35,83	35,13
48	32,92	35,32	35,15	34,33	34,46	34,23	33,92	35,67	36,21	35,31
52	33,15	35,46	34,98	34,42	34,37	34,42	33,91	35,39	36,33	35,02
56	32,83	35,36	34,94	34,49	34,61	34,53	34,18	35,55	36,38	35,29
60	32,72	35,22	35,01	34,43	34,54	34,21	34,39	35,76	36,38	35,42

Valores individuais de temperatura da coxa em °C na situação com cabelos raspados

APÊNDICE U. Temperatura corporal durante exercício contínuo.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	36,54	36,76	36,57	36,35	36,06	36,90	36,80	37,01	36,97	36,98
4	36,56	36,75	36,63	36,40	36,01	36,80	36,74	37,02	36,97	36,57
8	36,85	36,79	36,73	36,57	36,13	36,93	36,77	37,21	37,00	36,50
12	37,17	36,87	36,94	36,66	36,40	37,07	36,81	37,31	37,15	36,73
16	37,38	36,98	37,08	36,66	36,78	37,11	36,94	37,33	37,30	36,77
20	37,68	37,06	37,18	36,66	36,92	37,09	37,06	37,46	37,50	36,77
24	37,86	37,22	37,45	36,69	36,99	37,25	37,18	37,55	37,57	36,75
28	37,72	37,39	37,20	36,70	36,99	37,38	37,39	37,73	37,66	36,78
32	37,54	37,57	37,14	36,73	36,95	37,50	37,33	37,85	37,81	36,90
26	37,65	37,61	37,38	36,71	37,08	37,51	37,39	37,85	37,84	36,92
40	37,80	37,66	37,44	36,71	37,14	37,51	37,54	37,95	37,84	37,02
44	37,72	37,81	37,54	36,92	37,19	37,57	37,72	37,98	37,89	37,03
48	37,82	37,95	37,68	36,85	37,28	37,66	37,85	38,08	37,96	37,05
52	37,81	38,04	37,79	36,84	37,33	37,75	37,85	38,20	38,03	37,25
56	37,77	38,13	37,84	36,83	37,37	37,83	37,89	38,19	38,07	37,28
60	37,69	38,26	37,90	36,87	37,44	37,87	37,84	38,48	38,15	37,20

Valores individuais de temperatura corporal em ° C na situação com cabelos intactos.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	36,64	36,53	36,36	36,50	36,13	36,59	36,70	37,00	36,36	36,73
4	36,82	36,57	36,67	36,37	36,06	36,60	36,75	36,91	36,44	36,53
8	37,04	36,53	36,78	36,48	36,23	36,72	36,74	37,13	36,58	36,53
12	37,20	36,54	36,83	36,64	36,54	36,93	36,80	37,16	36,60	36,65
16	37,39	36,59	36,95	36,68	36,77	37,02	36,91	37,22	36,66	36,66
20	37,46	36,66	36,99	36,73	36,83	37,07	36,92	37,21	36,81	36,82
24	37,55	36,82	37,10	36,84	36,87	37,18	36,99	37,25	36,89	36,81
28	37,59	36,99	37,20	36,84	36,99	37,20	37,08	37,52	36,88	36,88
32	37,57	37,03	37,25	36,73	36,94	37,22	37,10	37,63	37,31	37,04
26	37,60	37,19	37,30	36,98	37,16	37,40	37,18	37,70	37,03	37,06
40	37,83	37,17	37,21	37,05	37,34	37,39	37,27	37,77	37,31	37,22
44	38,05	37,34	37,39	37,12	37,42	37,48	37,41	37,87	37,39	37,27
48	37,94	37,53	37,40	37,22	37,53	37,51	37,47	37,94	37,51	37,36
52	38,02	37,57	37,39	37,29	37,50	37,56	37,56	37,92	37,71	37,34
56	37,91	37,60	37,37	37,38	37,58	37,57	37,60	37,97	37,75	37,50
60	37,84	37,58	37,51	37,44	37,59	37,60	37,63	38,05	37,82	37,56

Valores individuais de temperatura corporal em ° C na situação com cabelos raspados.

APÊNDICE V. Temperatura média da pele durante exercício contínuo.

tempo (min)	V1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	33,44	35,69	35,35	33,37	33,57	35,22	34,82	34,67	35,77	35,53
4	33,06	35,64	35,48	33,54	33,23	34,66	34,48	34,65	35,74	33,32
8	34,26	35,70	35,18	34,16	33,28	34,84	34,53	35,19	35,80	32,59
12	34,83	35,84	35,49	34,00	33,53	34,88	34,30	35,09	35,77	33,23
16	35,11	35,94	35,42	33,54	34,24	34,71	34,36	34,79	35,56	32,99
20	35,90	35,70	35,08	33,19	34,16	34,35	34,45	34,90	35,55	32,56
24	36,20	35,55	35,15	33,02	33,85	34,08	34,36	35,01	35,46	32,09
28	35,94	35,64	34,79	32,76	33,41	33,96	34,71	35,31	35,23	32,03
32	34,67	35,43	34,26	32,71	33,20	34,70	34,10	35,67	35,50	32,81
26	34,87	35,47	34,44	32,88	33,42	34,47	33,97	35,56	35,33	32,94
40	35,55	35,35	34,45	32,40	33,40	34,20	34,35	35,81	35,22	33,14
44	34,82	35,59	34,52	33,07	33,29	34,03	34,87	35,69	35,33	32,92
48	35,11	35,95	34,86	32,51	33,50	34,13	35,29	35,87	35,38	32,75
52	34,72	35,90	34,92	32,22	33,55	34,29	35,24	36,14	35,41	33,61
56	34,19	35,79	34,90	32,21	33,55	34,47	35,32	35,84	35,19	33,77
60	33,83	36,11	35,03	32,30	33,68	34,47	35,34	37,13	35,35	33,29

Valores individuais de temperatura média da pele em ° C na situação com cabelos intactos.

tempo (min)	V1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	33,51	35,49	34,58	34,14	34,16	34,02	33,96	35,41	35,18	35,00
4	34,12	35,31	35,04	33,33	33,52	33,89	33,67	34,60	35,12	33,84
8	34,50	34,98	35,48	33,75	33,49	34,21	33,60	35,20	35,39	33,65
12	34,75	34,65	35,38	34,20	33,80	34,41	33,63	34,89	35,10	33,95
16	35,03	34,40	35,29	33,97	34,10	34,52	33,65	34,56	34,79	33,61
20	34,79	34,10	34,77	33,69	33,80	34,16	33,36	34,07	34,68	33,95
24	34,68	34,18	34,61	33,82	33,39	34,17	33,15	33,82	34,94	33,62
28	34,33	34,27	34,49	33,49	33,52	33,98	33,07	34,70	34,74	33,60
32	33,60	33,90	34,20	32,77	33,08	33,87	32,88	35,07	36,61	34,55
26	33,45	34,24	34,07	33,65	33,63	34,34	33,08	35,16	34,73	34,30
40	33,80	33,75	33,39	33,68	33,47	34,01	33,21	35,28	34,93	34,79
44	34,73	34,04	34,22	33,69	33,30	33,98	33,54	35,45	34,93	34,73
48	34,03	34,51	34,02	33,78	33,74	34,00	33,69	35,58	34,97	34,89
52	34,33	34,32	33,79	33,73	33,44	34,19	33,92	35,26	35,10	34,58
56	33,93	34,03	33,50	33,84	33,76	34,15	33,91	35,42	35,07	35,16
60	33,77	33,57	34,01	33,93	33,61	34,10	34,02	35,63	35,16	35,17

Valores individuais de temperatura média da pele em ° C na situação com cabelos raspados.

APÊNDICE W. Temperatura média da cabeça durante exercício contínuo.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	35,42	38,08	36,34	34,88	36,68	36,47	36,88	37,73	38,07	37,54
4	33,57	37,76	35,19	34,46	34,91	35,78	36,13	36,63	37,62	35,31
8	35,33	37,38	35,15	34,23	34,85	35,91	35,96	36,36	37,04	33,76
12	37,02	37,69	35,88	33,99	34,98	36,19	36,44	36,23	37,03	34,83
16	37,52	37,58	35,73	33,46	35,31	35,99	36,82	36,05	37,01	34,07
20	37,79	37,50	35,62	33,41	35,24	35,80	36,13	36,21	36,83	33,37
24	37,40	37,50	35,93	33,42	35,35	36,08	36,06	36,44	36,94	32,28
28	38,01	37,63	35,71	33,45	34,99	35,92	36,42	36,39	36,01	32,09
32	37,86	37,67	35,58	33,02	34,65	36,21	36,36	36,60	35,90	33,19
26	36,75	37,40	35,30	33,40	34,58	36,09	36,20	36,31	35,86	32,90
40	38,08	37,69	35,02	33,05	34,47	35,69	36,31	36,04	35,77	32,44
44	37,35	37,87	35,20	32,82	34,79	35,91	36,55	36,17	36,14	31,82
48	37,60	38,16	35,12	32,49	34,83	35,65	36,96	36,38	36,15	31,74
52	37,16	38,12	35,71	33,02	34,98	35,90	36,98	36,42	36,40	32,76
56	36,56	38,16	35,62	32,76	35,14	36,39	36,88	36,39	35,10	33,05
60	35,70	38,40	35,89	32,75	34,98	36,08	37,03	36,60	36,03	31,55

Valores individuais de temperatura média da cabeça em ° C na situação com cabelos intactos.

tempo (min)	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10
0	35,77	36,60	34,95	35,32	35,68	35,16	34,62	35,74	36,41	36,43
4	36,69	34,11	35,20	33,31	34,39	34,80	34,60	34,71	35,91	35,57
8	35,17	35,74	35,71	32,69	34,23	34,59	34,78	33,20	36,18	35,55
12	38,68	35,63	35,30	32,67	34,44	34,47	34,26	33,27	36,08	34,88
16	39,05	35,44	35,17	35,64	34,92	34,47	34,32	33,74	33,85	33,75
20	38,72	35,33	34,97	35,48	35,01	34,20	34,27	33,84	35,07	34,28
24	38,76	35,56	33,46	32,63	34,76	34,46	34,27	34,24	36,23	34,09
28	38,22	35,88	33,52	32,25	35,22	34,35	34,14	34,44	36,24	34,20
32	35,39	35,44	35,12	34,13	34,88	33,31	34,32	34,59	36,43	34,36
26	38,66	35,79	34,88	31,39	35,37	34,00	33,85	33,82	35,02	32,66
40	38,60	35,61	34,71	32,35	35,29	33,87	33,93	34,16	33,14	34,15
44	38,84	36,13	34,89	32,67	34,69	33,87	34,35	33,77	34,92	34,07
48	37,90	36,28	33,68	32,73	35,57	33,58	34,75	33,88	35,47	34,26
52	38,33	35,98	33,78	32,34	34,92	34,30	34,80	32,94	35,70	32,76
56	37,72	36,08	32,91	32,25	35,40	34,04	34,84	33,82	35,09	34,92
60	38,17	36,14	33,10	32,62	35,33	34,48	34,33	33,87	35,66	34,64

Valores individuais de temperatura média da cabeça em ° na situação com cabelos raspados.

APÊNDICE X. Variáveis fisiológicas nas situações com capacete com furos e com capacete sem furos ao longo do exercício contínuo.

tempo (min)	v3		v4	
	Com furos	Sem furos	Com furos	Sem furos
0	0,00	0,00	0,00	0,00
4	2,23	2,37	2,25	2,69
8	2,88	2,91	3,17	3,41
12	3,03	3,42	3,71	3,97
16	3,32	3,52	4,13	4,54
20	3,93	3,88	4,60	5,11
24	4,38	4,40	4,91	5,71
28	4,59	4,53	5,39	5,88
32	4,54	4,28	5,31	5,73
26	4,99	4,91	5,57	6,29
40	5,43	5,09	5,99	6,45
44	5,74	5,14	5,91	6,85
48	5,75	5,27	6,20	7,27
52	6,09	5,37	6,33	7,51
56	6,09	5,00	6,35	7,49
60	6,47	5,38	6,44	7,80
média	4,34	4,09	4,77	5,42

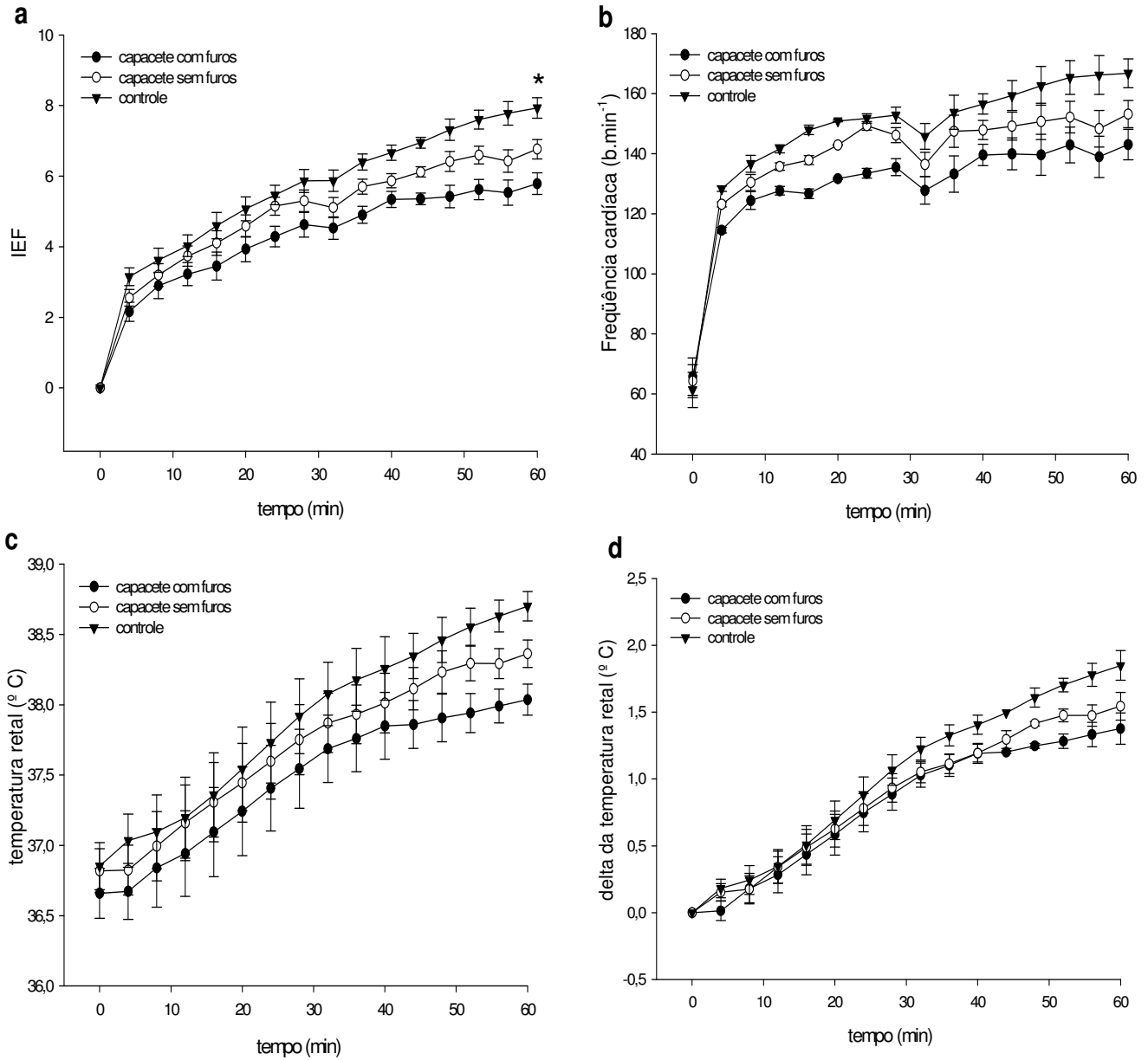
Valores individuais do Índice de Estresse Fisiológico (IEF) em unidades ao longo do exercício.

tempo (min)	v3		v4	
	Com furos	Sem furos	Com furos	Sem furos
0	36,51	36,67	36,95	36,93
4	36,52	36,67	36,97	36,94
8	36,62	36,76	37,28	37,17
12	36,71	36,88	37,44	37,37
16	36,86	37,01	37,61	37,53
20	37,04	37,09	37,78	37,71
24	37,23	37,22	37,94	37,88
28	37,41	37,34	38,07	38,06
32	37,64	37,39	38,19	38,23
26	37,7	37,48	38,25	38,27
40	37,78	37,56	38,35	38,35
44	37,89	37,61	38,31	38,49
48	37,97	37,66	38,39	38,66
52	38,07	37,67	38,41	38,76
56	38,15	37,68	38,42	38,75
60	38,22	37,75	38,44	38,82
média	37,40	37,28	37,93	38,00

Valores individuais da Temperatura retal em ° C a longo do exercício.

tempo (min)	V3		v4	
	Com furos	Sem furos	Com furos	Sem furos
0	65	62	69	66
4	116	118	118	127
8	127	127	125	133
12	127	134	130	137
16	128	131	132	143
20	135	136	135	148
24	138	143	135	154
28	136	141	140	150
32	126	133	133	139
26	134	144	136	150
40	141	145	141	150
44	144	144	141	153
48	141	145	144	155
52	145	147	146	156
56	142	138	146	156
60	148	144	147	160
média	131	133	132	142

Valores individuais da Frequência cardíaca (FC) em b·min⁻¹ ao longo do exercício.



Valores de Índice de Estresse Fisiológico (a), Frequência Cardíaca (b), temperatura retal (c) e delta da temperatura retal (d) de dois voluntários ao longo do exercício na situação com capacet com furos, na situação com capacet sem furos e na situação controle com cabelos raspados, corrigidos (ANCOVA). * indica diferença entre situação controle e capacet com furos.



Foto da visão frontal e posterior dos capacetes com e sem furos

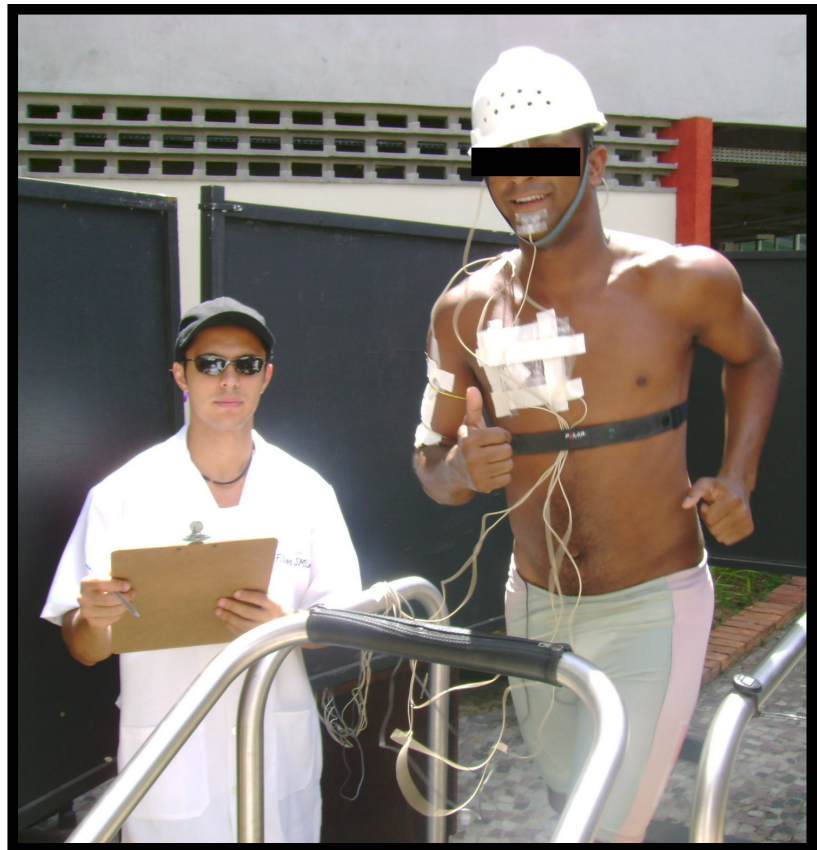


Foto da realização do exercício contínuo na situação com capacete com furos