

RENATA LANE DE FREITAS PASSOS

**IDOSOS APRESENTAM MENOR CAPACIDADE SUDORÍPARA DO
QUE JOVENS DURANTE EXERCÍCIO DE INTENSIDADE
AUTORREGULADA SOB O SOL.**

**BELO HORIZONTE
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS – UFMG
2011**

RENATA LANE DE FREITAS PASSOS

**IDOSOS APRESENTAM MENOR CAPACIDADE SUDORÍPARA DO
QUE JOVENS DURANTE EXERCÍCIO DE INTENSIDADE
AUTORREGULADA SOB O SOL.**

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

Área de concentração: Fisiologia do exercício

Orientador: Prof. Dr. Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues

**BELO HORIZONTE
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS – UFMG
2011**

P289i Passos, Renata Lane de Freitas
2011 Idosos apresentam menor capacidade sudorípara do que jovens durante exercício de intensidade autorregulada sob o sol. [manuscrito] / Renata Lane de Freitas Passos. 2011.
71 f., enc.:il.

Orientador: Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.
Bibliografia: f. 54-59

1. Idade– Teses. 2. Sexo – Teses. 3. Consumo de Oxigênio- Teses. 4. Sudorese - Teses. I. Rodrigues, Luiz Oswaldo Carneiro. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III.Título.

CDU: 612:796



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



Dissertação intitulada “**Idosos apresentam menor capacidade sudorípara do que jovens durante exercício autorregulado sob o sol**”, de autoria da mestranda **Renata Lane de Freitas Passos**, defendida em 06 de maio de 2011, na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais e submetida à banca examinadora composta pelos professores:

Prof. Dr. Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues
Departamento de Educação Física
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Universidade Federal de Minas Gerais

Profa. Dra. Danusa Dias Soares
Departamento de Educação Física
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Universidade Federal de Minas Gerais

Prof. Dr. Samuel Penna Wanner
Departamento de Educação Física
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Universidade Federal de Minas Gerais

Belo Horizonte, 06 de maio de 2011.

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Fisiologia do Exercício da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, em parceria com o Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), na vigência dos auxílios concedidos pela Coordenadoria de Apoio de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

**Dedico este trabalho aos meus pais,
às minhas irmãs e ao Antônio Jr.**

AGRADECIMENTOS

Aos brasileiros, por terem custeado a minha formação acadêmica na Universidade Federal de Minas Gerais;

À FUMP que me forneceu um empréstimo, sem cobrança de juros, para que eu conseguisse me manter no primeiro período da graduação.

Aos voluntários que se dispuseram a participar deste estudo, com tanta dedicação e responsabilidade.

Ao professor Dr. Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues, o LOR, meu pai acadêmico e exemplo profissional, por ter confiado no meu potencial desde o começo, me estimulado a enveredar pelo mundo da fisiologia do exercício e por me ensinar a fazer pesquisa com ética, entusiasmo e incertezas. Além disso, espero que o seu tempo de vida dure mais que “16,3 anos” (RODRIGUES, L.O.C; Carta de aposentadoria, 2010) e que, neste período, o senhor continue sonhando e duvidando, pois as suas dúvidas causam verdadeiros “tsunamis” nos cérebros dos membros do LAFISE.

À professora Dra. Danusa Dias Soares, exemplo de mulher pesquisadora, que além de realizar todas as suas obrigações acadêmicas, consegue ser uma mãe extremamente dedicada. Além disso, por representar todas as mulheres no Programa de Pós-graduação em Ciências do Esporte, sendo a única professora credenciada.

Ao professor Dr. Nilo Resende Viana Lima que, com o seu rigor acadêmico, foi fundamental para minha formação científica e pessoal.

Ao professor Dr. Emerson Silami-Garcia, pela sua importância na construção da estrutura do LAFISE.

Ao professor Dr. Luciano Salles Prado, pela disponibilidade em auxiliar-nos e pelos ensinamentos na prática docente.

Ao professor Dr. Samuel Wanner, por aceitar participar desta banca e pelo exemplo de dedicação e ética científica.

Ao Lucas Leite Lima, pelo auxílio nos procedimentos da coleta e por ter dividido tantas responsabilidades comigo neste período.

À Ivana Alice Teixeira Fonseca, pelas conversas e discussões que foram muito importantes para mim.

Ao Flávio de Castro Magalhães, o amigão, por ter-me ensinado muito durante minha iniciação científica.

À amiga Michele Macedo Moraes, pelas discussões que foram essenciais para o desenvolvimento deste estudo e pelas palavras de conforto nos momentos de insegurança e desespero.

Ao Marco Aurélio Anunciação de Melo, ao Guilherme Faria e à Flávia da Cruz, pela amizade.

Ao querido amigo Thiago Teixeira Mendes, pela ajuda acadêmica em toda trajetória do mestrado, pela companhia, caronas, conversas e conselhos durante estes 10 anos de amizade.

À grande e querida amiga Maria Flávia, pela amizade incondicional e por sempre estar ao meu lado nos momentos felizes e difíceis da minha vida.

Agradeço a todos os amigos do G11, pelos muitos encontros divertidos. Em especial ao Lucas Mortimer e à Amanda Carolina Vieira.

Às colegas de mestrado, especialmente à Milene Malheiros e à Roberta Maria Miranda Ribeiro, com as quais compartilhei diversos problemas nestes anos.

À Maria Aparecida (Cida), pela disponibilidade, auxílio nas questões sobre biossegurança e pelas valiosas conversas.

A todos aqueles que me auxiliaram em algum momento deste longo processo do mestrado:

André Maia Lima (Bob)
Adriano Alves Lima
Carolina Franco Wilke
Emerson Rodrigues Pereira
Guilherme Passos Ramos
Jacqueline de Paula Viveiros

João Batista Ferreira Júnior
Luiz Alexandre Medrado de Barcellos
Luciana Gonçalves Madeira
Wellington

A todos demais membros do LAFISE que certamente contribuíram de alguma forma para este trabalho:

Angelo Ruediger Pisani Martini
Ana Claudia Alves Serafim
Ana Cançado Kunstetter
Daniel Barbosa Coelho
Débora Romualdo Lacerda
Diego de Alcântara Borba
Diogo Pacheco
Christian Emmanuel Torres Cabido
Cletiana Gonçalves
Cristiano Lino Monteiro de Barros
Francisco Teixeira Coelho
Juliana Guimarães

Kenya Paula Moreira Oliveira
Letícia Maria de Souza
Luciano Antonacci Condessa
Moisés Vieira de Carvalho
Patrícia da Conceição Rocha Rabelo
Reinaldo Teles Paulinelli
Roberta Borges La Guardiã
Rodrigo Figueiredo Morandi
Tatiana Ramos Fonseca
Washington Pires
William Coutinho

Às funcionárias do colegiado de pós-graduação da EEEFTO, principalmente à Karen Cruz.

Às minhas irmãs, Vanise e Ana Paula, pela confiança, companheirismo, broncas, cumplicidade e amor; e ao meu sobrinho João Vítor, pela alegria. Sei que sempre poderei contar com vocês.

Ao meu Antônio (Juninho), pela paciência, companheirismo, amizade e amor durante todo este período. Obrigada por ouvir minhas divagações, reclamações, choros, inquietações e por “forçosamente” aprender sobre termorregulação para me auxiliar na coleta de dados.

Aos meus pais, Vania e Osmar, que uniram seus esforços para que este sonho se concretizasse. Agradeço pelo apoio incondicional, compreensão, paciência, confiança, investimento, amor e por fazer dos meus sonhos o de vocês. A vocês, minha eterna gratidão e admiração.

“Perder-se também é caminho.”

LISPECTOR, Clarice. *A Cidade Sitiada*. Rio de Janeiro: Editora A Noite, 1949.

RESUMO

Introdução: Tem sido proposto que a capacidade sudorípara está relacionada à capacidade aeróbica, a qual seria reduzida pelo envelhecimento. No entanto, pouco se conhece sobre os efeitos do envelhecimento sobre as capacidades termorregulatória e sudorípara em homens e mulheres idosos. **Objetivo:** Comparar as respostas termorregulatórias entre adultos jovens e idosos de ambos os sexos. **Métodos:** Após aprovação do Comitê de ética em pesquisa da UFMG (ETIC 0498.0.203.000-09), 47 voluntários, 24 homens (H) e 23 mulheres (M), sendo 24 jovens [12 homens (HJ) e 12 mulheres (MJ) (idade: $25,6 \pm 0,5$ e $24,8 \pm 0,5$ anos, massa corporal: $76,4 \pm 2,0$ e $56,5 \pm 1,2$ kg, ASC.massa⁻¹.100: $2,6 \pm 0,0$ e $2,8 \pm 0,0$ m².kg⁻¹.100 e capacidade aeróbica: $46,6 \pm 1,4$ e $38,2 \pm 1,3$ ml.kg⁻¹.min⁻¹, respectivamente)] e 23 idosos [12 homens (HI) e 11 mulheres (MI) (idade $66,4 \pm 1,1$ e $63,3 \pm 1,1$ anos, massa corporal: $65,4 \pm 2,3$ e $64,1 \pm 3,3$ kg, ASC.massa⁻¹.100: $2,6 \pm 0,0$ e $2,6 \pm 0,0$ m².kg⁻¹.100 e capacidade aeróbica: $36,4 \pm 2,0$ e $30,2 \pm 1,7$ ml.kg⁻¹.min⁻¹, respectivamente)], sadios e aptos para a prática de atividade física, correram um total de 6 km, em quatro etapas de 1,5 km com pausas de 2 minutos, na maior velocidade voluntária possível (exercício autorregulado). Foram medidos: tempo total de exercício (TTE, em min) para realizar o percurso, velocidade média (VM, em km/h), gasto energético (GE, em kcal/min), % da frequência cardíaca (FC_{máx}, %), frequência cardíaca média (FC_{méd}, em bpm.min⁻¹), delta da temperatura da retal (ΔT_{ret} , em ° C), temperatura média da pele durante o exercício (T_{mpEX}, em ° C), taxa de sudorese total (TS, em g.m⁻².min⁻¹), número de glândulas sudoríparas ativas (GSA.cm⁻²), sudorese por GSA (em g.min⁻¹.GSA⁻¹), o índice de estresse fisiológico (IEF) e o índice de bulbo úmido e temperatura de globo médio (IBUTG, em ° C). **Análise estatística:** ANOVA one-way e teste post hoc de Student Newman Keuls ou Tukey foram utilizados para comparar os resultados. Para verificar a relação entre as variáveis, foi utilizada a correlação de Pearson e o índice de significância adotado foi $\alpha = 5\%$. **Resultados:** O IBUTG não foi diferente entre as situações experimentais para todos os grupos ($25,69 \pm 0,14^\circ$ C). O TTE foi menor nos HJ comparado aos grupos HI e MI, e o TTE do grupo MI foi maior que os demais grupos (HJ: $30,6 \pm 1,7$ min, HI: $41,8 \pm 3,7$ min, MJ: $37,2 \pm 1,4$ min, MI: $51,6 \pm 4,0$ min; $p < 0,05$). O percentual da FC_{máx} durante o percurso não foi diferente entre os grupos (HJ: $90,7 \pm 1,2$ %, HI: $89,9 \pm 1,8$ %, MJ: $91,8 \pm 0,7$ %, MI: $88,8 \pm 1,8$ %; $p > 0,05$). O GE foi maior no grupo HJ ($15,5 \pm 0,8$ kcal.min⁻¹; $p < 0,05$) e não foi diferente entre os demais grupos (HI: $9,9 \pm 0,6$ kcal.min⁻¹, MJ: $9,5 \pm 0,3$ kcal.min⁻¹, MI: $8,2 \pm 0,5$ kcal.min⁻¹; $p > 0,05$). O IEF não foi diferente entre os grupos (HJ: $8,2 \pm 0,3$, HI: $7,3 \pm 0,2$, MJ: $8,0 \pm 0,2$, MI: $7,4 \pm 0,2$; $p > 0,05$). Entretanto, houve uma tendência para diferença entre os grupos ($p = 0,052$). Independentemente do sexo, o IEF foi maior nos jovens quando comparados aos idosos (Jovens: $8,08 \pm 0,19$, Idosos: $7,37 \pm 0,14$; $p < 0,05$). A taxa de sudorese total foi menor no grupo de idosos em ambos os sexos (HJ: $20,6 \pm 2,1$ g.m⁻².min⁻¹, HI: $14,3 \pm 2,0$ g.m⁻².min⁻¹, MJ: $15,3 \pm 1,1$ g.m⁻².min⁻¹, MI: $9,6 \pm 1,2$ g.m⁻².min⁻¹; $p < 0,05$), sendo a capacidade aeróbica o principal fator para esta redução ($r^2 = 0,67$, $p < 0,001$). A redução na TS no grupo HI também pode ser explicada, em parte, pela redução ($p < 0,05$) da sudorese por glândula ($0,02 \pm 0,03$ g.min⁻¹.GSA⁻¹) quando comparado com o HJ ($0,03 \pm 0,00$ g.min⁻¹.GSA⁻¹), o que não foi observado nas mulheres com o envelhecimento (MJ: $0,02 \pm 0,00$ g.min⁻¹.GSA⁻¹ e MI: $0,02 \pm 0,00$ g.min⁻¹.GSA⁻¹; $p > 0,05$). Outra explicação para a redução da TS observada no grupo idoso feminino seria a diminuição do número de GSA (MI: 54 ± 6 GSA.cm⁻² versus MJ: 72 ± 6 GSA.cm⁻²), mas este achado não se repetiu nos idosos masculinos (HI: 74 ± 6 GSA.cm⁻² versus HJ: 79 ± 7 GSA.cm⁻²). A T_{mpEX} foi maior nas mulheres (MJ: $37,6 \pm 0,1^\circ$ C e MI: $37,2 \pm 0,1^\circ$ C) quando comparada com os homens (HJ: $34,8 \pm 0,2^\circ$ C e HI: $33,7 \pm 0,2^\circ$ C), em ambas faixas etárias. O ΔT_{ret} não foi diferente entre os grupos (HJ: $1,8 \pm 0,1^\circ$ C, HI: $1,5 \pm 0,1^\circ$ C, MJ: $1,6 \pm 0,1^\circ$ C, MI: $1,5 \pm 0,1^\circ$ C). **Conclusões:** Durante o exercício autorregulado, os idosos de ambos os sexos apresentaram menores taxas de sudorese em comparação com os jovens em ambos os sexos. A menor capacidade aeróbica dos idosos foi o principal fator para a diminuição da sudorese. O número de glândulas ativas, a taxa de sudorese por glândula ativa e a temperatura média da pele durante o exercício respondem ao exercício de forma diferente entre os sexos.

Palavras-chave: Taxa de sudorese total. Capacidade aeróbica. Idade. Sexo

ABSTRACT

Introduction: It has been proposed that the sweating capacity is related to the aerobic capacity, which would be reduced with aging. However, little is known about the effects of aging on the sweating and thermoregulatory capacities in elderly men and women. **Objective:** To compare thermoregulatory responses between young and older adults of both sexes. **Methods:** After approval by the Research Ethics Committee of UFMG (ETIC 0498.0.203.000-09), 47 volunteers, 24 men (M) and 23 women (W), where 24 were young [12 men (YM) and 12 women (YW) (age: 25.6 ± 0.5 and 24.8 ± 0.5 years, body mass: 76.4 ± 2.0 and 56.5 ± 1.2 kg, $BSA \cdot mass^{-1} \cdot 100$: 2.6 ± 0.0 and 2.8 ± 0.0 $m^2 \cdot kg^{-1}$ and aerobic capacity: 46.6 ± 1.4 and 38.2 ± 1.3 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, respectively)] and 23 were old subjects [12 men (OM) and 11 women (OW) (age 66.4 ± 1.1 and 63.3 ± 1.1 years, body mass: 65.4 ± 2.3 and 64.1 ± 3.3 kg, $BSA \cdot mass^{-1} \cdot 100$: 2.6 ± 0.0 e 2.6 ± 0.0 $m^2 \cdot kg^{-1}$ and aerobic capacity: 36.4 ± 2.0 and 30.2 ± 1.7 $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$, respectively)], considered healthy and fit for physical activity, ran a total of 6 km, in four steps of 1.5 km with intervals of 2 minutes at highest voluntary speed possible (exercise self-paced). The total exercise time (TET, in min) to perform the route, average speed (VM in km/h), energy expenditure (EE, kcal/min), % heart rate (MHR, %), average heart rate ($FC_{méd}$ in $bpm \cdot min^{-1}$), delta rectal temperature (ΔT_{ret} , in ° C), mean skin temperature during exercise (T_{mpEX} , in ° C), total sweat rate (TS, in $gm^{-2} \cdot min^{-1}$), number of activated sweat glands (GSA. cm^2), sweating by GSA ($g \cdot min^{-1} \cdot GSA^{-1}$), the physiological strain index (PSI) and the average index wet bulb globe temperature (WBGT, in ° C) were measured. **Statistical analysis:** One-way ANOVA and post hoc test Student Newman Keuls or Tukey were used to compare the results. To investigate the relationship between variables, we used Pearson correlation and the significance was set at $\alpha = 5\%$. **Results:** The WBGT was not different between the experimental conditions for all groups ($25.69 \pm 0.14^\circ C$). The TET was lower in YM in comparison with the groups OM and OW, and the OW group was higher than the other groups (YM: 30.6 ± 1.7 min, OM: 41.8 ± 3.7 min YM: 37.2 ± 1.4 min, OW: 51.6 ± 4.0 min; $p < 0.05$). The percentage of the MHR during the exercise was not different between groups (YM: $90.7 \pm 1.2\%$, OM: $89.9 \pm 1.8\%$ YW: $91.8 \pm 0.7\%$, OW: $88, 8 \pm 1.8\%$; $p > 0.05$). The EE was higher in the YM (15.5 ± 0.8 $kcal \cdot min^{-1}$; $p < 0.05$) and was not different among the other groups (OM: 9.9 ± 0.6 $kcal \cdot min^{-1}$, YW: 9.5 ± 0.3 $kcal \cdot min^{-1}$, OW: 8.2 ± 0.5 $kcal \cdot min^{-1}$; $p > 0.05$). PSI was not different between groups (YM: 8.2 ± 0.3 , OM: 7.3 ± 0.2 , YW: 8.0 ± 0.2 , OW: 7.4 ± 0.2 ; $p > 0.05$). However, there was a trend for difference between groups ($p = 0.052$). Regardless of sex, PSI was higher in young compared with old (young: 8.08 ± 0.19 , old: 7.37 ± 0.14 ; $p < 0.05$). The total sweat rate was lower in the old group in both sexes (YM: 20.6 ± 2.1 $g \cdot m^{-2} \cdot min^{-1}$, OM: 14.3 ± 2.0 $g \cdot m^{-2} \cdot min^{-1}$, YW: 15.3 ± 1.1 $g \cdot m^{-2} \cdot min^{-1}$, OW: 9.6 ± 1.2 $g \cdot m^{-2} \cdot min^{-1}$; $p < 0.05$), and aerobic capacity is the main factor for this reduction ($r^2 = 0.67$, $p < 0.001$). The reduction in TS for the OM can also be explained in part by reducing ($p < 0.05$) sweating per gland (0.02 ± 0.00 $g \cdot min^{-1} \cdot GSA^{-1}$) compared with YM (0.03 ± 0.00 $g \cdot min^{-1} \cdot GSA^{-1}$), which was not observed in women with aging (YW: 0.02 ± 0.00 $g \cdot min^{-1} \cdot GSA^{-1}$ and OW: 0.02 ± 0.00 $g \cdot m^{-2} \cdot min^{-1} \cdot GSA^{-1}$; $p > 0.05$). Another explanation for the reduction of TS observed in the elderly female group would be to decrease the number of GSA (OW: 54 ± 6 $GSA \cdot cm^{-2}$ vs. YW: 72 ± 6 $GSA \cdot cm^{-2}$; $p < 0.05$), but this finding was not repeated in the elderly male (OM : 74 ± 6 $GSA \cdot cm^{-2}$ vs. YM: 79 ± 7 $GSA \cdot cm^{-2}$; $p > 0.05$). The T_{mpEX} was higher ($p < 0.05$) in women (YW: $37.6 \pm 0.1^\circ C$ and OW: $37.2 \pm 0.1^\circ C$) compared with men (YM: $34.8 \pm 0.2^\circ C$ and OM: $33.7 \pm 0.2^\circ C$) in both age groups. The ΔT_{ret} was not different between groups (YM: $1.8 \pm 0.1^\circ C$, OM: $1.5 \pm 0.1^\circ C$, YW, $1.6 \pm 0.1^\circ C$, OW: $1.5 \pm 0.1^\circ C$). **Conclusions:** During the self-paced exercise, the elderly of both sexes had lower sweat rates compared with young people in both sexes. The lower aerobic capacity of the elderly was the main factor for decreased sweating. The number of active glands, sweat rate per gland active and mean skin temperature during exercise respond to exercise differently between the sexes.

Keywords: Total sweating rate. Aerobic capacity. Age. Sex

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1. Avaliação do idoso através de uma perspectiva jovem | 17 |
| FIGURA 2. Representação da ordem dos procedimentos prévios à coleta de dados | 25 |
| FIGURA 3. Desenho experimental | 29 |
| FIGURA 4. Desenho experimental – durante a corrida de intensidade autorregulada | 30 |
| FIGURA 5. Impressão das glândulas sudoríparas ativas | 33 |
| FIGURA 6. Glândula sudorípara ativa e sudorese por glândula..... | 48 |
| FIGURA 7. Mecanismos da motivação, fadiga e exaustão | 51 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| TABELA 1. Composição do lanche fornecido para os voluntários | 24 |
| TABELA 2. Variáveis ambientais | 37 |
| TABELA 3. Característica física da amostra | 38 |
| TABELA 4. Desempenho físico, frequência cardíaca e índice de estresse fisiológico..... | 39 |
| TABELA 54. Nível de atividade física..... | 39 |
| TABELA 6. Temperaturas, retal e média da pele, e taxa de acúmulo de calor no exercício | 44 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| GRÁFICO 1. A) Sudorese total | 41 |
| GRÁFICO 1. B) Glândulas sudoríparas ativas | 41 |
| GRÁFICO 1. C) Sudorese por glândula ativa..... | 41 |
| GRÁFICO 2. Sudorese total independente do sexo..... | 42 |
| GRÁFICO 3. Correlação entre sudorese total e capacidade aeróbica | 42 |

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|---|--|
| α - Nível de significância | mL - Mililitro |
| ° C - Grau Celsius | min - Minuto |
| ANOVA - Análise de variância | MJ - Mulher jovem |
| ASC - Área de superfície corporal | PAR-Q - Questionário de Prontidão para atividade Física |
| bpm - Batimentos por minuto | r - Coeficiente de correlação |
| cm - Centímetros | r² - Coeficiente de determinação |
| ΔT_{ret} - Variação da temperatura retal | Σ DC – Somatório de dobras cutâneas |
| FC - Frequência cardíaca | TAC – Taxa de acúmulo de calor |
| FC_{máx} - Frequência cardíaca máxima | TCLE - Termo de Consentimento Livre e Eslarecido |
| FC_{média} - Frequência cardíaca média | T_{braço} - Temperatura do Braço |
| IBUTG - Índice de bulbo úmido e temperatura de globo | T_{coxa} - Temperatura da coxa |
| IEF - Índice de estresse fisiológico | T_{peito} - Temperatura do peito |
| GE - Gasto energético | T_{pele} - Temperatura da pele |
| GSA - Glândulas sudoríparas ativas | T_{ret} - Temperatura retal |
| GSE - Glândulas sudoríparas écrinas | T_{testa} - Temperatura da testa |
| GPS - Global Positioning System | T_{úmida} - Temperatura úmida |
| h - Hora | T_{seca} - Temperatura seca |
| HI - Homens idosos | T_{globo} – Temperatura de globo |
| HJ - Homens jovens | T_{mpEX} - Temperatura média da pele no exercício |
| kcal - Quilocaloria | TTE - Tempo total de exercício |
| kg - Quilograma | V_{corrida} - Velocidade de corrida |
| km - Quilômetro | VO₂ - Consumo de oxigênio |
| MC – Massa | VO_{2máx} - Consumo máximo de oxigênio |
| m - Metro | |
| MI - Mulheres idosas | |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 16 |
| 1.1 Objetivo | 20 |
| 1.2 Hipótese | 20 |
| 2 MÉTODOS | 22 |
| 2.1 Cuidados Éticos | 22 |
| 2.2 Amostra | 22 |
| 2.3 Avaliação do estado de saúde | 23 |
| 2.4 Orientações fornecidas aos voluntários | 24 |
| 2.5 Procedimentos prévios à sessão experimental..... | 24 |
| 2.5.1 Caracterização da amostra | 25 |
| 2.5.2 Teste de esforço para estimativa da capacidade aeróbica..... | 26 |
| 2.5.3 Familiarização | 27 |
| 2.6 Delineamento experimental..... | 27 |
| 2.6.1 Situação experimental | 27 |
| 2.6.2 Protocolo experimental..... | 27 |
| 2.7 Variáveis medidas e calculadas | 30 |
| 2.7.1 Variáveis ambientais | 30 |
| 2.7.2 Variáveis fisiológicas | 31 |
| 3 ANÁLISE ESTATÍSTICA | 36 |
| 4 RESULTADOS | 37 |
| 5 DISCUSSÃO | 45 |
| 6 CONCLUSÕES | 53 |
| REFERÊNCIAS | 54 |
| ANEXO | 60 |
| APÊNDICE | 64 |

1 INTRODUÇÃO

O envelhecimento ocorre no organismo dos indivíduos de uma forma aleatória, ou seja, os sistemas do organismo podem apresentar diferentes ritmos e intensidades de desgaste fisiológico (FIG. 1) ao longo do tempo (HAYFLICK, 1994). Ele pode ser compreendido como o resultado da entropia, o desgaste natural do organismo associado à redução na capacidade de reparação das células, tecidos ou órgãos, tornando-os mais vulneráveis a determinadas doenças, que podem, em última análise, levar o indivíduo à morte (HAYFLICK, 2007). Uma das formulações para teoria genética do envelhecimento foi feita por Leonard Hayflick, em 1965, (conhecida como *limite de Hayflick*), que propõe que as células irão se dividir e se reproduzir apenas um número limitado de vezes e que esse número é geneticamente definido a partir da seleção natural (HAYFLICK, 1994). Devido ao fato de que a seleção natural só pode atuar diretamente até o período reprodutivo, o tempo de vida restante, nos humanos aproximadamente a partir dos 30 anos, dependerá do que restou da capacidade original de reparação biológica, a qual permitirá ao indivíduo viver após procriação. Portanto, envelhecer é um processo individual e variável como consequência de sobreviver com uma determinada herança genética após a idade da reprodução (HAYFLICK, 1998).

Entre as diversas modificações humanas no processo do envelhecimento, há a hipótese de que ocorreria redução na densidade do sistema circulatório da pele, compreendendo pequenas veias, capilares e arteríolas, e o desaparecimento ou perda da funcionalidade de algumas glândulas sudoríparas (HAYFLICK, 1994). Entretanto, alguns estudos relatam que o envelhecimento não modifica o número de glândulas sudoríparas ativadas por centímetro quadrado, mesmo em diferentes regiões do corpo (HELLON; LIND, 1956; KENNEY; FOWLLER, 1988).



FIGURA 1. Avaliação do idoso através de uma perspectiva jovem. O funcionamento do organismo depende de vários relógios de durabilidades genéticas diferentes: o atraso ou parada de um ou mais sistemas ocorrem com o envelhecimento até que o indivíduo se torne vulnerável às doenças que encerram sua vida (HAYFLICK, 1994). (Desenho realizado pelo prof. Dr. Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues, inspirado no famoso quadro "The Doctor" do artista inglês Luke Fildes de 1894).

No exercício realizado em ambiente termoneutro ou quente, a temperatura corporal e a taxa de acúmulo de calor aumentam em decorrência do desequilíbrio entre a quantidade de calor produzido e a quantidade de calor dissipado para a manutenção da homeostase. Assim, a eficiência dos mecanismos termorregulatórios durante o exercício é determinante para o mecanismo da fadiga.

Essa importância da termorregulação nos mecanismos da fadiga, em exercício realizado no calor, parece ser mais acentuada em indivíduos idosos, já que com o aumento da idade ocorreria declínio da taxa de sudorese, tanto em homens quanto em mulheres (HELLON; LIND, 1956; WAGNER *et al.*, 1972; DRINKWATER; HORVATH, 1979; KENNEY; MUNCE, 2003; DUFOUR; CANDAS, 2007). Essa diminuição da capacidade sudorípara com o envelhecimento pode estar relacionada com a maior vulnerabilidade à hipertermia e maior mortalidade dos idosos (APPLEGATE *et al.*, 1981; HENSCHER *et al.*, 1969).

A diferença na tolerância ao calor entre indivíduos jovens e idosos também pode ser decorrente de um ou mais fatores como: aumento do limiar para início da sudorese em função da elevação da temperatura interna (WYNDHAM, 1967; SHOENFELD *et al.*, 1978), redução da capacidade de produzir suor pelas glândulas sudoríparas écrinas (GSE) (HELLON; LIND, 1956), decréscimo da sensibilidade colinérgica nas glândulas sudoríparas (KENNEY; FOWLER, 1988), diminuição da capacidade aeróbica (KENNEY; FOWLER, 1988), diminuição da capacidade aeróbica (DILL; CONSOLAZIO, 1962; DRINKWATER; HORVATH, 1979; KENNEY; MUNCE, 2003), redução do fluxo sanguíneo periférico (MINSON *et al.*, 2002) e deterioração dos receptores térmicos cutâneos (DUFOR; CANDAS, 2007). Além dessas alterações periféricas do controle da sudorese, a menor capacidade termorregulatória dos idosos poderia ser resultante de alterações no mecanismo central de ativação neural (ANDERSON; KENNEY, 1987).

Existem evidências de que o envelhecimento modifica a termorregulação de forma diferenciada nos homens e nas mulheres. Ao estudarem indivíduos jovens, Madeira *et al.* (2010) encontraram que homens jovens apresentaram maior sensibilidade colinérgica glandular - o que pode explicar, pelo menos parcialmente, a maior taxa de sudorese encontrada nesse grupo - em comparação com as mulheres jovens. Apesar de não encontrarmos estudos que tenham comparado a sensibilidade colinérgica das GSE de homens e mulheres idosas, num estudo com aquecimento passivo, os homens idosos apresentaram maior sudorese que as mulheres idosas (SHOENFELD *et al.*, 1978). Além disso, as mulheres idosas apresentaram maior fluxo sanguíneo para a pele que os homens idosos (SHOENFELD *et al.*, 1978; KENNEY; MUNCE, 2003) resultados semelhantes aos resultados encontrados em indivíduos jovens de ambos os sexos (FOX, 1969; INOUE *et al.*, 2005).

Para alguns pesquisadores, as diferenças encontradas na tolerância ao calor entre jovens e idosos, tanto sob elevação da temperatura corporal sem exercício - por meio da utilização de roupas com a infusão de água quente ou da exposição à ambiente quente - como durante a aclimação ao calor com exercício, seriam atribuídas apenas às diferenças na aptidão aeróbica (KENNEY; MUNCE, 2003; HAVENITH, 2001; INOUE *et al.*, 1999). Em contraposição, durante a realização de exercício em ambiente quente, Inbar *et al.* (2004) concluíram que a idade afeta a capacidade de controle da

temperatura corporal, embora tenham comparado indivíduos de aptidões aeróbicas diferentes em um exercício de intensidade fixa; entretanto, a única justificativa para essa alteração foi as diferentes capacidades aeróbicas dos grupos estudados.

Para minimizar o efeito da capacidade aeróbica, habitualmente os experimentos são realizados utilizando indivíduos de idades diferentes e capacidades aeróbicas similares (HO *et al.*, 1997), de forma que o esforço físico possa ser realizado na mesma intensidade tanto relativa quanto absoluta para todas as idades. Entretanto, nesses estudos fica implícito que o grupo mais jovem tem que ser menos ativo ou o grupo mais velho deve ser especial do ponto de vista de sua capacidade física para que ambos possuam capacidades aeróbicas semelhantes. Assim, não se pode minimizar o efeito da inatividade física do jovem ou as possíveis características genéticas especiais do idoso na maioria dos métodos propostos para estudar o envelhecimento. A utilização de atletas de ambas as faixas etárias, jovens e idosos com capacidade aeróbica similar (por exemplo, em TANAKA; SEALS, 2003) não assume o efeito natural da redução da capacidade funcional com o envelhecimento.

Esta redução na capacidade funcional com o envelhecimento ocorre independente do sexo e do estado de treinamento, como uma deterioração natural da capacidade aeróbica. Em estudo longitudinal (duração de sete anos) com homens de 40 a 78 anos de idade, foram encontradas taxas de diminuição do $VO_{2\text{máx}}$ de $0,8 \pm 0,2 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ por ano em indivíduos treinados e de $0,4 \pm 0,2 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ por ano em sedentários (ESKURZA *et al.*, 2002). Em um estudo transversal com adultos de 20 a 75 anos, de ambos os sexos, declínios de $5,4 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ por década, em atletas, e de $3,9 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ por década, em sedentários, foram observados (PIMENTEL *et al.*, 2003).

Diante do exposto, a diminuição da capacidade aeróbica deve ser entendida como uma deterioração natural da capacidade fisiológica do indivíduo. Portanto, igualar os indivíduos pela capacidade aeróbica nos estudos que têm o objetivo de verificar o efeito do envelhecimento nas respostas termorregulatórias seria, talvez, uma distorção metodológica, já que para estes indivíduos serem semelhantes na capacidade aeróbica, eles devem ser diferentes no nível de atividade física habitual entre outros fatores, como a herança genética, por exemplo.

Além dessa questão da composição da amostra, a maioria dos estudos sobre termorregulação e fadiga do nosso grupo (MACHADO-MOREIRA *et al.*, 2005; MAGALHÃES *et al.*, 2010, COELHO *et al.*, 2010) e de outros grupos de pesquisa (CREWE *et al.*, 2008; NYBO, 2008; PINTO *et al.*, 2001; NYBO *et al.*, 2001; GONZÁLEZ-ALONSO *et al.*, 1999) tem empregado exercícios realizados em esteira rolante nos quais a intensidade do esforço é controlada pelo pesquisador. No entanto, sabe-se que este método apresenta diferenças importantes com a situação da atividade física espontânea (por exemplo, durante a prática de esportes), o que dificulta a inserção dos estudos da termorregulação e da fadiga numa perspectiva fisiológica evolucionista.

Seria importante verificar se ocorre alteração no mecanismo termorregulatório com o envelhecimento, através de uma abordagem que avalie a termorregulação sob uma perspectiva que considere tanto as alterações biológicas naturais e cronológicas como o controle integral de seus componentes – autonômico e comportamental. Isso poderia ser feito através de um protocolo de corridas com distância predeterminada, mas com a velocidade autorregulada (NUMMELA *et al.*, 2008; GARCIN; BILLAT, 2008; ELY *et al.*, 2008; TUCKER *et al.*, 2006).

Diante do exposto, é possível que o processo de envelhecimento altere a capacidade termorregulatória - tanto em homens quanto em mulheres – durante o exercício de intensidade autorregulada.

1.1 Objetivo

Comparar as respostas termorregulatórias entre adultos jovens e idosos, de ambos os sexos, durante exercício de intensidade autorregulada em ambiente quente.

1.2 Hipótese

Nossas hipóteses são:

a) As respostas termorregulatórias (capacidade sudorípara e aumento da temperatura cutânea) estariam diminuídas nos grupos idosos;

b) As respostas termorregulatórias seriam maiores nos homens do que nas mulheres em função de suas características genéticas e antropométricas, mas sua alteração com a idade se daria de forma semelhante entre homens e mulheres.

2 MÉTODOS

2.1 Cuidados Éticos

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (ETIC 0498.0.203.000-09) (ver ANEXO A) e financiado pelo CNPq (402778/2008-1). Os procedimentos realizados respeitaram as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional da Saúde (Resolução 196/96) envolvendo pesquisas com seres humanos.

Os indivíduos, ao serem convidados para participar do estudo, foram informados oralmente e por escrito dos objetivos do estudo, bem como dos procedimentos utilizados e possíveis riscos relacionados ao experimento. Após tais esclarecimentos, foi obtido o consentimento por escrito individual para a participação no estudo (ver APÊNDICE A). Todos os voluntários estavam cientes de que poderiam, a qualquer momento, abandonar o estudo, sem constrangimento ou necessidade de justificar os motivos da sua desistência. Além disso, os dados coletados durante a realização deste projeto serão destinados apenas para fins de pesquisa e, com intuito de preservar a privacidade dos voluntários, as informações pessoais de identificação foram acessadas somente pelos pesquisadores envolvidos neste estudo.

A coleta de dados foi realizada no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET–MG) e a esterilização dos equipamentos no Laboratório de Fisiologia do Exercício da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais.

2.2 Amostra

A amostra deste estudo foi composta por 47 voluntários, 24 homens e 23 mulheres, sendo 24 jovens com idade entre 18 e 30 anos [12 homens (HJ) e 12 mulheres (MJ)] e 23 idosos com idade acima de 60 anos [12 homens (HI) e 11 mulheres (MI)],

praticantes de diversas atividades físicas com frequência e intensidade variada. Todos os voluntários eram brasileiros e residentes há pelo menos um ano na região metropolitana de Belo Horizonte, portanto, aclimatados ao clima tropical.

O tamanho da amostra foi determinado por meio do coeficiente de variação da variável mais instável – a velocidade de corrida. A partir desse cálculo (SAMPAIO, 2007), foi obtido o valor mínimo de 12 unidades experimentais para este estudo.

Os voluntários não possuíam doenças sistêmicas, hipertensão (pressão sistólica maior que 140 mmHg e diastólica maior que 85 mmHg) ou diabetes. Nenhuma idosa fazia reposição de estrógenos e/ou progestágenos.

2.3 Avaliação do estado de saúde

Voluntários Jovens:

Foram considerados aptos para a prática de exercícios físicos aqueles que responderam “não” para todas as perguntas do questionário de risco para atividade física – PAR-Q (THOMAS *et al.*, 1992) (ver ANEXO B). Após tal avaliação, foi obtido o consentimento por escrito individual para a participação da segunda fase do estudo (ver APÊNDICE B).

Voluntários idosos:

Foram considerados aptos para a prática de exercícios físicos aqueles que responderam “não” para todas as perguntas do questionário de risco para atividade física – PAR-Q (THOMAS *et al.*, 1992)(ver ANEXO B). Após responderem o questionário, os voluntários passaram por uma avaliação clínica que foi realizada por um médico (Dr. Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues). Coube ao médico determinar se os voluntários estavam aptos ou não a participar do estudo. Após tais avaliações, foi obtido o consentimento por escrito individual para a participação da segunda fase do estudo (ver APÊNDICE B).

2.4 Orientações fornecidas aos voluntários

Cada voluntário foi orientado, por escrito e verbalmente, a: 1) evitar o uso de qualquer tipo de medicamento ou suplemento durante a participação na pesquisa e, caso utilizasse, que avisasse os responsáveis pelo estudo; 2) abster-se da ingestão de álcool ou cafeína e da prática de exercício extenuante, principalmente com os membros inferiores, 24 horas antes de qualquer uma das sessões de coleta de dados; 3) fazer o registro alimentar (ver APÊNDICE C) durante as 24 horas anteriores ao dia experimental; 4) ingerir 500 mL de água 2 horas antes dos experimentos.

2.5 Procedimentos prévios à sessão experimental

Os seguintes procedimentos foram realizados em média sete dias (de 3 a 14 dias) antes do início da sessão experimental, a caracterização da amostra, um teste para estimativa do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) e, após descansarem por 40 minutos, a familiarização da corrida de 6 km em intensidade autorregulada. No intervalo de 40 minutos, foi fornecido aos voluntários um lanche, elaborado por uma nutricionista, composto por um suco industrializado, biscoito de água e sal e de maizena.

TABELA 1

Composição do lanche fornecido para os voluntários

| Alimento | Quantidade | Energia (kcal) | Carboidratos (g) | Proteína (g) | Lipídeos (g) |
|-------------------------|------------|----------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| Biscoito tipo "maisena" | 6 unidades | 131 | 22 | 2,8 | 5,2 |
| Biscoito água e sal | 6 unidades | 130 | 21 | 3,7 | 4,9 |
| Suco | 200 mL | 126 | 31 | 0 | 0 |
| Total | | 387 | 74 (81,68 %) | 6,5 (7,17 %) | 10,1 (11,15%) |

Além disso, os voluntários preencheram o questionário para a quantificação da atividade física cotidiana (ver ANEXO C). A ordem dos procedimentos prévios à coleta de dados está apresentada na FIG. 2.

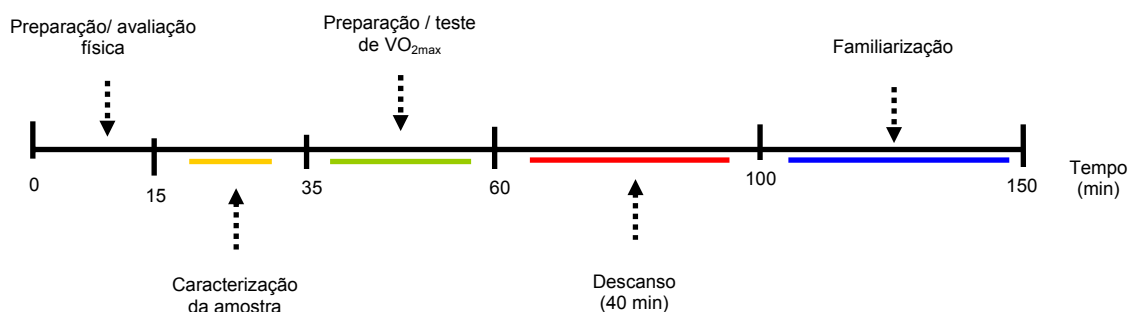


FIGURA 2 – Representação da ordem dos procedimentos prévios à coleta de dados

2.5.1 Caracterização da amostra

Medida da massa corporal

A massa corporal (kg) foi medida com os voluntários sem vestimentas, para padronização, utilizando-se uma balança digital (Filizola® - MF-100) com precisão de 0,02 kg e previamente calibrada.

Os voluntários foram pesados em uma cabine, com total privacidade. O pesquisador não visualizava os voluntários, apenas os valores indicados na balança.

Estatura

A estatura (cm) foi medida com os voluntários descalços utilizando um estadiômetro com precisão de 0,5 cm e acoplado a uma balança (Filizola®).

Composição corporal

A avaliação da composição corporal foi obtida pelo somatório das espessuras das dobras cutâneas: subescapular, tricipital, bicipital, peitoral, subaxilar, supra-ílica,

abdominais, da coxa e da perna, obtidas com a utilização de um plicômetro (Lange®), com precisão de 0,5 mm (Heyward VH, Stolarczyk LM. 2000).

Área de superfície corporal

A partir dos dados de estatura e massa corporal, a área de superfície corporal (ASC) foi calculada de acordo com a Equação 1 de Dubois e Dubois (1916):

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

2.5.2 Teste de esforço para estimativa da capacidade aeróbica

Após a caracterização antropométrica, os voluntários realizaram um teste para a estimativa do $VO_{2\text{máx}}$. Foi utilizado um teste de campo de acordo com o protocolo de Margaria (1976): os voluntários foram orientados a percorrer a distância de 1.500 m no menor tempo possível. O $VO_{2\text{máx}}$ foi estimado pela seguinte equação:

$$\text{Equação (2): } m = 5 (VO_2 - 6) t + 5 \cdot VO_2$$

onde m corresponde à distância em metros, t ao tempo em minutos em que os voluntários percorreram a distância determinada e VO_2 à capacidade aeróbica máxima estimada durante o teste.

Durante o teste, os voluntários vestiram short, meias e tênis e do sexo feminino, a mesma vestimenta acrescida de um top. Um cardiofrequencímetro com *Global Positioning System* (GPS) foi colocado abaixo do peitoral e os voluntários permaneceram sentados numa cadeira por 5 minutos para que as medidas de repouso fossem anotadas. A frequência cardíaca foi medida a cada 20 segundos.

Os pesquisadores e os voluntários foram alertados para interromper o teste caso os voluntários apresentassem sintomas anormais, tais como sensação de tontura, confusão, descoordenação dos movimentos, palidez, cianose, náusea e pele fria e úmida. Após o teste, os voluntários continuaram caminhando por 2 minutos e posteriormente permaneceram sentados por 40 minutos dentro de uma sala, com dois

ventiladores, onde foi fornecido o lanche. Após o intervalo, os voluntários retornaram para a pista de atletismo e realizaram a familiarização.

2.5.3 Familiarização

Os voluntários foram familiarizados com a seguinte tarefa: 6 km de corrida/caminhada em uma pista de atletismo de 300 m; e foram orientados a realizar o maior esforço possível durante o exercício; desenvolvendo a maior velocidade na distância pré-determinada. A cada 1,5 km os voluntários realizavam um descanso de 2 minutos. Os critérios para interrupção do exercício foram os mesmos adotados para o teste de estimativa da capacidade aeróbica.

2.6 Delineamento experimental

Entre a caracterização da amostra e familiarização foram transcorridos em média 7 dias (3 a 14 dias) até a situação experimental.

2.6.1 Situação experimental

Os voluntários foram submetidos a uma única situação experimental: correr/caminhar 6 km de forma intermitente na maior velocidade que suportassem (intensidade autorregulada) sob radiação solar com intervalos de 2 minutos a cada 1,5 km, quando eram realizadas as medidas.

2.6.2 Protocolo experimental

Ao chegar no local da coleta, o voluntário era questionado quanto ao cumprimento das orientações fornecidas. Caso as recomendações não tivessem sido cumpridas, a

coleta de dados não era realizada; entretanto, apenas um voluntário do grupo HJ não estava hidratado antes de começar a situação experimental. Nesse caso, os pesquisadores forneceram 500 mL de água e esperaram o tempo necessário para que o indicador de estado de hidratação do indivíduo fosse normalizado.

Conforme foi ilustrado na FIG 3, os voluntários foram encaminhados ao vestiário para: 1) trocarem de roupa - utilizaram a mesma vestimenta do teste para estimativa do $VO_{2máx}$ -; 2) coletarem a urina; 3) fossem pesados sem vestimenta; 4) inserirem a sonda retal. Nos locais onde foi realizada a impressão das glândulas sudoríparas écrinas ativas (GSA), os pêlos foram removidos com uma lâmina de barbear e foi feita a limpeza (com lenços umedecidos com álcool) da pele. Após os procedimentos citados acima, foi feita a demarcação dos locais para medida das temperaturas da pele.

Após a realização dos procedimentos no vestiário, os voluntários foram para pista de atletismo e um cardiófrequencímetro com GPS foi colocado abaixo do peitoral. Após a detecção do satélite pelo GPS, os voluntários permaneceram sentados numa cadeira sob a radiação solar por 5 minutos para que as medidas de repouso fossem registradas.

Os voluntários correram 6 km sob radiação solar numa pista pré-determinada de 300 metros (20 voltas). A distância total foi dividida em 4 séries de 1,5 km (5 voltas) com intervalo de 2 minutos, quando foram realizadas as medidas necessárias (FIG. 4), entre as séries. Durante toda a situação experimental, exercício e pausa, foi permitida a ingestão de água *ad libitum*. Os voluntários foram instruídos a correr na maior velocidade possível durante todo o experimento.

Durante o experimento, a velocidade de corrida foi registrada por um GPS, a cada 20 segundos. A temperatura retal e as temperaturas da pele (testa, peito, braço e coxa) foram coletadas a cada 1,5 km, nos intervalos de 2 minutos.

As impressões das GSA foram feitas nas regiões da testa (centro da testa), peito, braço e coxa, com papel impregnado com iodo.

A frequência cardíaca (FC) foi gravada por um cardiofrequencímetro a cada 20 segundos.

As variáveis ambientais foram medidas a cada 10 minutos durante o experimento.

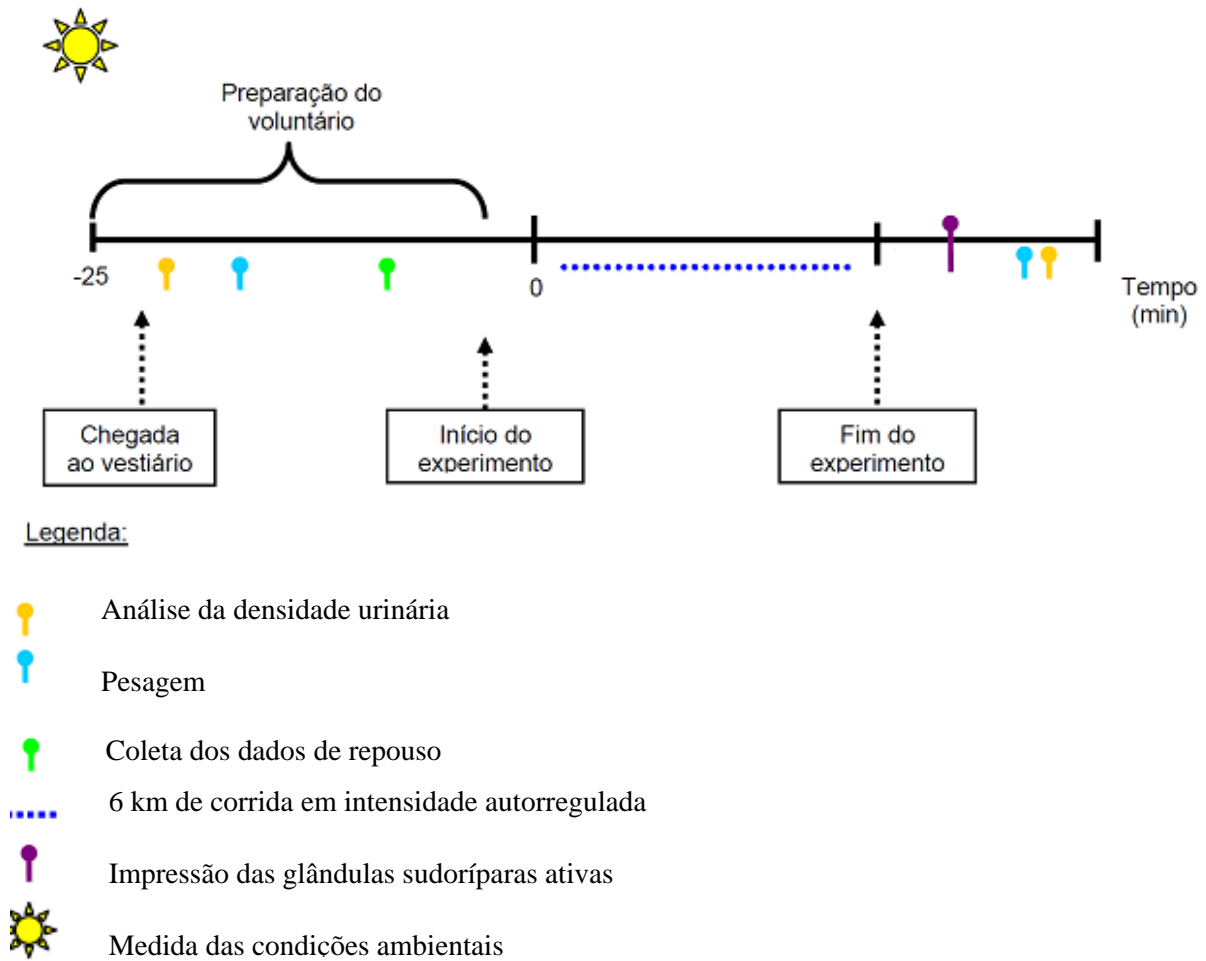


FIGURA 3 – Desenho experimental

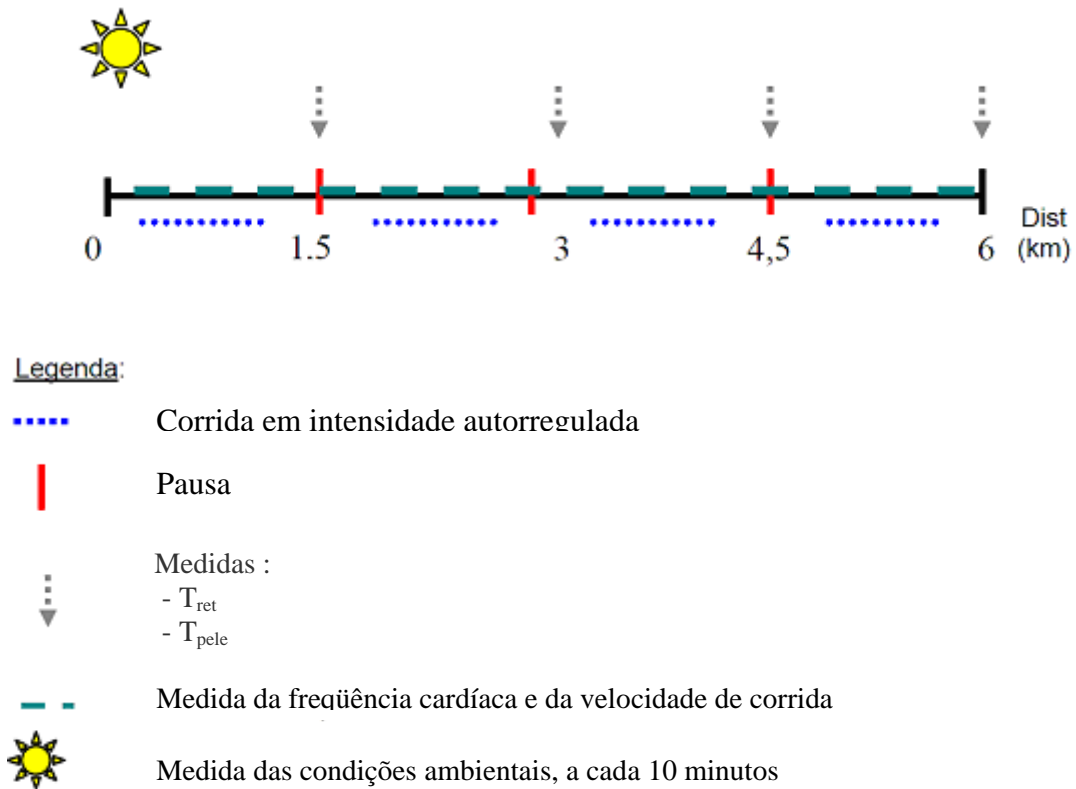


FIGURA 4 – Desenho experimental durante a corrida de intensidade autorregulada

Os experimentos tiveram início entre às 12:00 e 13:00 horas para garantir uma condição de igualdade entre os grupos e indivíduos, além de minimizar os efeitos do ciclo circadiano nos resultados da pesquisa.

2.7 Variáveis medidas e calculadas

2.7.1 Variáveis ambientais

Temperatura ambiente

As temperaturas seca (T_{seca}), úmida ($T_{úmida}$), de globo (T_{globo}) foram medidas através do aparelho Medidor de Estresse Térmico (TGD 200) e o Índice de Bulbo Úmido e Temperatura de Globo (IBUTG) foi calculado de acordo com fórmula:

$$\text{Equação (3) IBUTG} = 0,7(T_{\text{úmida}}) + 0,1(T_{\text{seca}}) + 0,2(T_{\text{globo}})$$

Velocidade do vento

A velocidade do vento foi medida por um anemômetro (Turbo Meter™/ Davis Instruments).

2.7.2 Variáveis fisiológicas

Velocidade da corrida

A velocidade da corrida (V_{corrida}) foi medida por um GPS (Garmin Forerunner 405).

Temperatura da pele (T_{pele})

As temperaturas da testa (T_{testa}), do peito (T_{peito}), do braço ($T_{\text{braço}}$) e da coxa (T_{coxa}) foram medidas através de um termômetro infravermelho (FLUKE, 566), 5 minutos antes do início da corrida, ao término de cada 1,5 km e no final dos 6 km. As medidas da temperatura da pele foram feitas sempre nos mesmos locais tendo como referência uma marcação que foi realizada com uma caneta para retroprojeter (PILOT 2 mm). A temperatura média da pele (T_{pele}) foi calculada pela fórmula proposta por Roberts *et al.* (1977):

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

Índice de estresse fisiológico (IEF)

O estresse fisiológico durante o exercício foi avaliado utilizando-se o índice de estresse fisiológico (IEF) que foi calculado com a fórmula de Schlader *et al.* (2010a).

Equação (5): $IEF = 5 (T_{ret\ f} - T_{ret\ i}) \cdot (40^{\circ} C - T_{ret\ i})^{-1} + 5 (FC\ f - FC\ i) (FC_{m\acute{a}x} - FC\ i)^{-1}$

Onde $T_{ret\ f}$ e $FC\ f$ são medidas da temperatura retal e da frequência cardíaca registradas no final do exercício, $T_{ret\ i}$ e $FC\ i$ são os valores da temperatura retal e da frequência cardíaca de repouso e $FC_{m\acute{a}x}$ é a frequência cardíaca máxima (em batimentos.min⁻¹) obtida no teste de $VO_{2m\acute{a}x}$.

Gasto energético (GE)

O gasto energético foi estimado a partir da relação entre % $VO_{2m\acute{a}x}$ e % $FC_{m\acute{a}x}$ proposta por McARDLE *et al.* (2003).

Taxa de sudorese total

Os voluntários, devidamente secados com papéis-toalha, foram pesados nus antes e após a realização do exercício. A taxa de sudorese total foi calculada pela diferença na massa corporal, relativizada pela área de superfície corporal e dividida pelo tempo do exercício. A taxa de sudorese foi corrigida pela ingestão de água ocorrida durante o experimento.

Os voluntários foram pesados em uma cabine com total privacidade, onde o pesquisador não visualizava os voluntários, apenas os valores indicados na balança.

Glândulas sudoríparas ativas (GSA)

A impressão das glândulas de suor ativas ($GSA.cm^{-2}$) foi obtida utilizando-se o método do papel com iodo (BUONO e SJOHOLM, 1988). Os papéis impregnados com iodo foram feitos da seguinte forma: cinquenta quadrados de 9 cm² de papel tipo “sulfite” branco (Copimax[®], gramatura 75 g.m², Brasil) foram mantidos num recipiente de vidro hermeticamente fechado e protegidos da luz juntamente com 40 mg de cristais de iodo (Labsynth, Brasil) por cerca de 48 horas, até que os papéis atingissem uma coloração amarronzada homogênea. Os papéis, depois de impregnados com iodo, eram então armazenados em outro vasilhame limpo, também hermeticamente fechado e protegido do contato com a luz, onde permaneceram até a sua utilização.

Imediatamente após a corrida de 6 km, a pele das regiões da testa (centro da testa), peito, braço e coxa foram secadas com papel toalha e, com o auxílio de luvas de procedimento, o papel com iodo era pressionado sobre a pele do local durante um período de 3 a 5 segundos, dependendo da taxa de sudorese local individual, até que se obtivesse a melhor impressão das GSA (FIG. 5). Após a impressão, o papel foi codificado e armazenado num saco plástico com lacre, que também foi codificado, e armazenado em um recipiente de vidro hermeticamente fechado, onde permaneceu protegido da luz.



FIGURA 5. Impressão das glândulas sudoríparas ativas

A determinação do número de GSA foi feita através da contagem dos pontos azuis impressos no papel, em três quadrantes de 1 cm² previamente sorteados, com o auxílio de uma lupa (Chalimex[®], 50 mm, Alemanha). A média dos valores encontrados nos três quadrantes de um mesmo papel foi considerada o número de GSA da região avaliada; e, esses dados foram utilizados para calcular a média do número de GSA de cada voluntário.

Temperatura Interna

A temperatura retal foi registada como indicadora da temperatura interna. A temperatura retal foi medida através de um sensor retal não descartável (*Yellow Spring Instruments, series 400 EUA*; precisão: 0,1° C), esterilizado por método químico e inserido, pelo próprio voluntário, 12 cm além do esfíncter anal. O voluntário corria com

o sensor de temperatura retal. No intervalo, a cada 1,5 km e no final dos 6 km, o registro era realizado.

Sensibilidade sudorípara

A sensibilidade sudorípara foi determinada pela razão entre taxa de sudorese e o delta da temperatura retal (PATTERSON, 2004).

Equação (6): $g \cdot m^{-2} \cdot min^{-1} \cdot \Delta^{\circ} C^{-1}$

Taxa de acúmulo de calor

A taxa de acúmulo de calor, dada em $J \cdot m^{-2} \cdot min^{-1}$, foi calculada através da fórmula (NIELSEN, 1996):

Equação (7): $TAC = (3480) \cdot (m \cdot \Delta T_c \cdot t^{-1}) \cdot ASC^{-1}$

Onde 3480 é o calor específico dos tecidos corporais ($J \cdot kg^{-1} \cdot ^{\circ} C^{-1}$), m é a massa corporal dos voluntários (kg), ΔT_c é a variação da média da temperatura corporal através do tempo de exercício t (s) e ASC é a área de superfície corporal (m^2).

Taxa de elevação da temperatura retal

A taxa de elevação da temperatura retal foi determinada pela razão entre a variação da temperatura retal e o tempo de exercício.

Taxa de sudorese por GSA

A taxa de sudorese por GSA, dada em $mg \cdot min^{-1} \cdot GSA^{-1}$, foi determinada pela razão entre a taxa de sudorese total e a média do número de GSA da testa, braço, peito e coxa (ANDERSON *et al.*, 1987, INBAR *et al.*, 2004).

Gravidade específica da urina

A gravidade específica da urina foi medida antes dos experimentos para confirmar se os voluntários estavam hidratados e após para avaliar se os voluntários terminaram o exercício hidratados (ARMSTRONG, 2000). Os voluntários foram orientados a urinar em um copo descartável e a gravidade específica da urina foi medida por um refratômetro portátil (Uridens[®]) devidamente calibrado.

Ingestão de água

Foi permitida aos voluntários a ingestão de água *ad libitum* durante a corrida e nos intervalos de 2 minutos. A água foi fornecida em uma garrafa descartável de 500 mL. O volume de água ingerido foi medido para posterior cálculo da sudorese total. A temperatura da água foi medida.

3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Inicialmente, foi verificada a normalidade de distribuição dos resultados através do teste de Ryan-Joiner. Como as variáveis de natureza contínua apresentaram uma distribuição normal, a elas foram aplicados métodos de análise paramétrica.

Foi utilizada a análise de variância com um fator de variação (ANOVA *one way*) e, em caso de presença de um valor significativo de F , foi aplicado o teste de *post-hoc* adequado ao coeficiente de variação da variável. O teste de Student Newman Keuls foi utilizado como *post-hoc* para determinar o local da diferença quando o coeficiente de variação da variável fosse maior que 15%, e caso fosse menor que 15% foi utilizado o *post-hoc* de Tukey (SAMPAIO, 2007).

As comparações entre duas médias foram feitas através do teste t de Student. Para a verificação da associação entre variáveis, foi utilizada a correlação de Pearson.

Para a análise do nível de atividade física cotidiana foi utilizado o teste de *Kruskal-Wallis* (para comparações intergrupos).

Os dados estão apresentados como média e erro padrão da média, exceto para o questionário do nível de atividade física cotidiana, que está apresentado em número de indivíduos para cada nível de atividade física. O nível de significância adotado foi $\alpha=5\%$.

4 RESULTADOS

4.1 Variáveis ambientais

Como pretendido, as variáveis físicas ambientais não foram diferentes entre os grupos experimentais em ambos os dias de experimento: no teste para determinar a capacidade aeróbica e na situação experimental. A TAB. 2 apresenta a média geral das temperaturas seca, úmida e de globo, do IBUTG e da velocidade do vento, registradas durante as coletas de dados.

TABELA 2
Variáveis ambientais

| Tseca (° C) | Túmida (° C) | Tglobo (° C) | IBUTG (° C) | Vento (m/s) |
|-----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 29,21 ± 0,14 | 20,86 ± 0,14 | 40,37 ± 0,27 | 25,69 ± 0,14 | 0,40 ± 0,03 |

Os dados estão apresentados como média ± erro padrão da média, $p < 0,05$.

4.2 Características da amostra

As características físicas dos voluntários deste estudo estão apresentadas na TAB. 3. A estatura e a massa corporal dos voluntários participantes desta pesquisa são semelhantes à média da população brasileira residente em zona urbana (IBGE, 2008-2009); no entanto, o $VO_{2máx}$ é maior que a média da população internacional, em ambas faixas etárias (ACSM, 2010).

TABELA 3
Características físicas dos voluntários

| Grupos | Idade (anos) | Estatura (cm) | Massa Corporal (kg) | ASC (m ²) | Σ DC (mm) | VO _{2máx} (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹) |
|-----------|---------------|---------------|---------------------|-----------------------|-----------------|--|
| HJ (n=12) | 25,6 ± 0,5 | 178,8 ± 2,1 | 76,4 ± 2,0 | 1,9 ± 0,1 | 135,6 ± 13,9 | 46,6 ± 1,4 |
| HI (n=12) | 66,4 ± 1,1* £ | 164,7 ± 1,0* | 65,4 ± 2,3* | 1,7 ± 0,0* | 135,5 ± 13,9 | 36,4 ± 2,0* |
| MJ (n=12) | 24,8 ± 0,5 | 163,6 ± 1,1* | 56,5 ± 1,2* # | 1,6 ± 0,0* | 180,3 ± 13,0 | 38,2 ± 1,3* |
| MI (n=11) | 63,3 ± 1,2* £ | 160,3 ± 2,2* | 64,1 ± 3,3* | 1,7 ± 0,0* | 200,4 ± 17,8* # | 30,2 ± 1,7 ¢ |

Os dados estão apresentados como média ± erro padrão da média. HJ: homem jovem; HI: homem idoso; MJ: mulher jovem; MI: mulher idosa; ASC: área de superfície corporal; Σ DC: somatório das nove dobras cutâneas; VO_{2máx}: consumo máximo de oxigênio. (*) Diferença em relação ao grupo HJ. (#) Diferença em relação ao HI. (£) Diferença em relação ao grupo MJ. (¢) Diferença em relação aos demais grupos. p<0,05.

Em relação à ASC relativizada pela massa corporal, o grupo MJ ($2,85 \pm 0,03 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 100$) foi maior que os demais grupos (HJ = $2,56 \pm 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 100$, HI = $2,60 \pm 0,08 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 100$, MI = $2,63 \pm 0,06 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot 100$, p<0,05).

4.3 Desempenho físico, FC e IEF

Quando analisamos o TTE, observamos que o desempenho físico diferiu entre as faixas etárias e os sexos, exceto entre os grupos HJ e MJ (TAB. 4); entretanto, houve uma tendência para diferença entre esses grupos (p=0,08). A velocidade média dos indivíduos jovens foi maior do que a dos idosos de ambos os sexos. Além disso, os homens tiveram maior velocidade que as mulheres em ambas as faixas etárias. Consequentemente, o gasto energético por minuto de exercício foi maior no grupo HJ do que nos demais grupos, os quais não diferiram entre si. As FC, tanto a média quanto o percentual da FC máxima, não diferiram entre homens e mulheres. Entretanto, a FC média e a FC máxima foram diferentes, como esperado, entre as faixas etárias (TAB. 4). O IEF não diferiu entre as faixas etárias e nem entre homem e mulheres (TAB. 4). Entretanto, houve uma tendência para diferença entre os grupos (p=0,052). Independente do sexo, o IEF foi maior nos jovens quando comparados aos idosos (Jovens: $8,08 \pm 0,19$, Idosos: $7,37 \pm 0,14$, p<0,05).

TABELA 4
Desempenho físico, frequência cardíaca (FC) e índice de estresse fisiológico (IEF)

| Grupos | TTE (min) | V _{média} (km.h ⁻¹) | GE (kcal.min ⁻¹) | FC _{máx} (bpm) | FC _{média} (bpm) | FC (% máx) | IEF |
|--------|-------------------------|---|---------------------------------|----------------------------|------------------------------|---------------|-----------|
| HJ | 30,6 ± 1,7 | 12,1 ± 0,6 | 15,5 ± 0,8 | 188 ± 2 | 171 ± 4 | 90,7 ± 1,2 | 8,2 ± 0,3 |
| HI | 41,8 ± 3,7* | 9,4 ± 0,8* | 9,9 ± 0,6* | 157 ± 5* £ | 141 ± 5 * £ | 89,9 ± 1,8 | 7,3 ± 0,2 |
| MJ | 37,2 ± 1,4 | 9,8 ± 0,4* | 9,5 ± 0,3* | 189 ± 2 | 173 ± 2 | 91,8 ± 0,7 | 8,0 ± 0,2 |
| MI | 51,6 ± 4,0 [¢] | 7,4 ± 0,6 [¢] | 8,2 ± 0,5* | 162 ± 5* £ | 144 ± 6 * £ | 88,8 ± 1,8 | 7,4 ± 0,2 |

Os dados estão apresentados como média ± erro padrão da média. HJ(n=12): homem jovem; HI(n=11): homem idoso; MJ(n=12): mulher jovem; MI(n=10): mulher idosa; TTE: tempo total de exercício; V_{média}: velocidade média, GE: gasto energético; FC_{média}: frequência cardíaca média; IEF: índice de estresse fisiológico. (*) Diferença em relação ao grupo HJ. (£) Diferença em relação ao grupo MJ. (¢) Diferença em relação aos demais grupos. p<0,05.

4.4 Nível de atividade física cotidiana

Os voluntários foram considerados ativos e muito ativos e não houve diferença entre os grupos (TAB. 5).

TABELA 5
Nível de atividade física cotidiana

| Nível de atividade física | HJ (n) | HI (n) | MJ (n) | MI (n) |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Muito ativo | 5 | 6 | 6 | 5 |
| Ativo | 7 | 6 | 6 | 6 |
| Pouco ativo | 0 | 0 | 0 | 0 |

Nível de atividade física. HJ: homem jovem; HI: homem idoso; MJ: mulher jovem; MI: mulher idosa. P>0,05.

4.5 Taxa de sudorese total, glândula sudoríparas ativas (GSA) e sudorese por GSA

O principal achado deste estudo foi que os idosos, de ambos os sexos, apresentaram menor taxa de sudorese total quando comparados aos jovens. Além disso, os homens suaram mais que as mulheres em ambas as faixas etárias (GRÁF. 1A)

A quantidade de GSA foi menor no grupo MI quando comparada àquela do grupo MJ, o que não foi observado nos homens (GRÁF. 1B). Quando comparadas as faixas etárias, nos jovens não houve interferência do sexo, ao contrário do grupo idoso, no qual o número de GSA foi menor nas mulheres (GRÁF. 1B).

O grupo HJ apresentou maior sudorese por GSA que os demais grupos os quais não diferiram entre si (GRÁF. 1C).

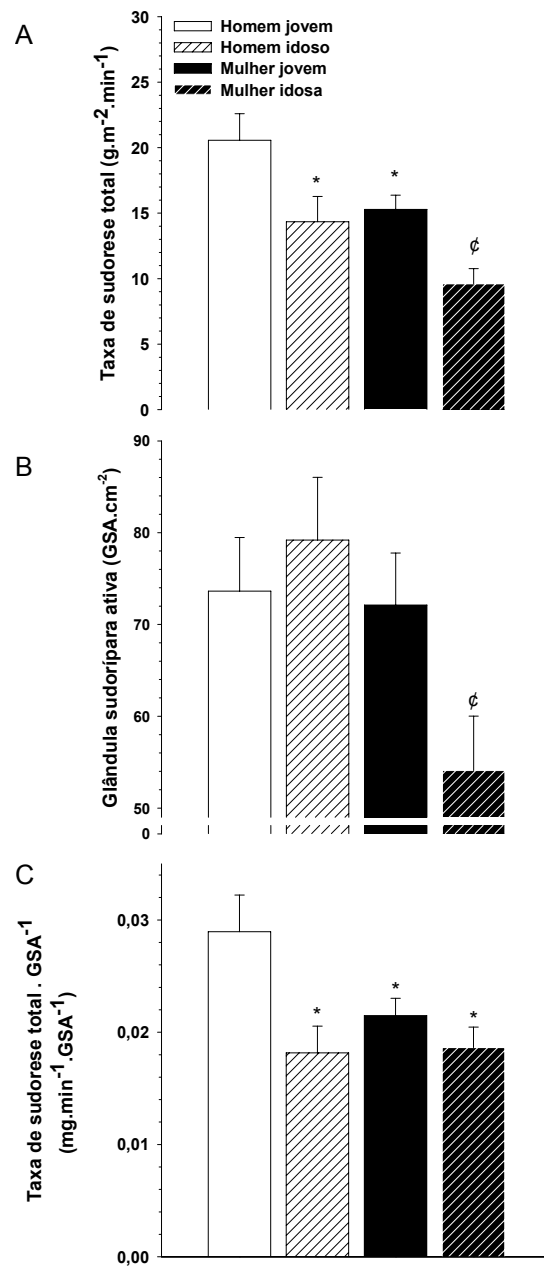


GRÁFICO 1. A) Taxa de sudorese total. B) Glândulas sudoríparas ativas por cm². C) Taxa de sudorese total por glândula sudorípara ativa. (*) Diferença em relação ao grupo HJ. (¢) Diferença em relação aos demais grupos.

4.6 Taxa de sudorese total por faixa etária

Independente do sexo, os jovens produziram 32,6% a mais suor que os idosos (GRÁF. 2).

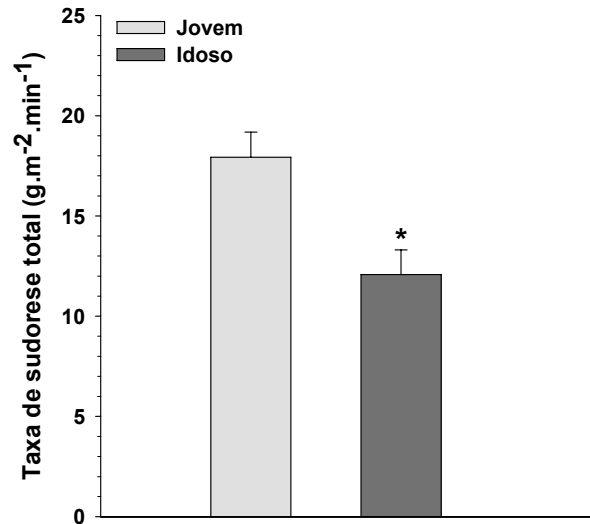


GRÁFICO 2. Taxa de sudorese total independente do sexo. (*) Diferença em relação ao grupo jovem. $p < 0,05$.

4.7 Correlação: taxa de sudorese e capacidade aeróbica

A taxa de sudorese total apresentou correlação (coeficiente de determinação de 67%) com a capacidade aeróbica (GRÁF. 3).

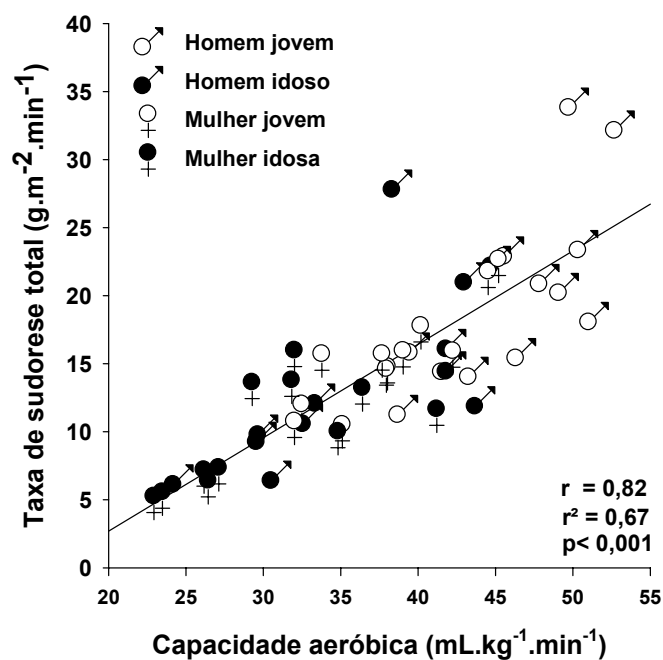


GRÁFICO 3. Correlação entre sudorese total e capacidade aeróbica.

Analisando-se separadamente cada um dos sexos, a capacidade aeróbica correlacionou-se de forma semelhante com a taxa de sudorese nos homens ($r^2=0,67$, $p < 0,000$) e nas mulheres ($r^2=0,72$, $p < 0,000$).

4.8 Temperaturas e taxa de acúmulo de calor

A temperatura retal de repouso foi menor nos idosos, para ambos os sexos. Assim, para minimizar essa diferença, avaliamos a variação da temperatura retal (ΔT_{ret}) durante o exercício; e esta não foi diferente entre os grupos (TAB. 6). Portanto, exercícios diferentes (em termos de produção de calor) no grupo HJ resultaram na mesma variação de temperatura interna no grupo HI, demonstrando assim a menor capacidade termorregulatória dos idosos, isto é, apesar de menor produção de calor, decorrente da menor velocidade realizada no exercício, ocorreu retenção similar de calor no grupo mais velho, o que não foi observado quando comparamos as mulheres em ambas faixas etárias.

Apesar da maior velocidade de corrida do grupo MJ em relação ao grupo MI, ambos apresentaram gastos energéticos e variações da temperatura interna similares.

A temperatura média da pele foi menor no grupo HI em comparação ao grupo HJ. Nas mulheres, não houve diferença entre os grupos MJ e MI; entretanto, quando comparado aos homens, estes grupos tiveram uma maior temperatura média da pele durante o exercício (T_{mpEX}) (TAB. 6).

A taxa de acúmulo de calor no grupo HJ foi maior que o grupo HI e MI (TAB. 6).

TABELA 6

Temperaturas, retal e média da pele, e taxa de acúmulo de calor no exercício

| Voluntários | ΔT_{ret} (° C) | T_{mpEX} (° C) | TAC (J.m ⁻² .min ⁻¹) |
|--------------------|------------------------|------------------|--|
| HJ (n=12) | 1,8 ± 0,1 | 34,9 ± 0,2 | 7049,4 ± 737,74 |
| HI (n=12) | 1,5 ± 0,1 | 33,6 ± 0,2 * | 3737,4 ± 709,30* |
| MJ (n=12) | 1,6 ± 0,1 | 37,9 ± 0,1 * # | 5506,9 ± 475,49 |
| MI (n=11) | 1,5 ± 0,1 | 37,3 ± 0,1 * # | 3809,2 ± 522,88* |

Os dados estão apresentados como média ± erro padrão da média. HJ: homem jovem; HI: homem idoso; MJ: mulher jovem; MI: mulher idosa; ΔT_{ret} : delta da temperatura retal, pré e pós exercício; T_{mpEX} : temperatura média da pele durante o exercício; TAC: taxa de acúmulo de calor por minuto. (*) Diferença em relação ao grupo HJ. (#) Diferença em relação ao grupo HI. p<0,05.

4.9 Sensibilidade sudorípara

Os resultados da sensibilidade sudorípara foram: HJ: 12,7 ± 1,7 g.m⁻².min⁻¹.° C⁻¹, HI: 9,5 ± 0,8 g.m⁻².min⁻¹.° C⁻¹, MJ: 10,5 ± 1,4 g.m⁻².min⁻¹.° C⁻¹, MI: 6,4 ± 0,6 g.m⁻².min⁻¹.° C⁻¹. Houve diferença significativa apenas entre os grupos HJ e MI (p< 0,05).

4.10 Hidratação

Não houveram diferenças no volume (HJ: 725 ± 73 mL, HI: 561 ± 99 mL, MJ: 656 ± 101 mL, MI: 613 ± 68 mL, p >0,05) e na temperatura da água ingerida (HJ: 23 ± 1° C, HI: 25 ± 1° C, MJ: 24 ± 1° C, MI: 25 ± 1° C, p >0,05) entre os grupos. Além disso, todos os voluntários começaram e terminaram o exercício com gravidade específica da urina dentro dos limites estabelecidos, sugerindo que seu estado de hidratação não se alterou com o exercício. (HJ: pré=1028 e pós= 1024, HI : pré=1024 e pós=1020, MJ: pré=1018 e pós= 1020, MI: pré=1014 e pós=1012).

5 DISCUSSÃO

No Brasil, estima-se que apenas 13% da população adulta realizem o mínimo recomendado de 30 minutos, três ou mais dias da semana, de exercício físico contínuo de intensidade moderada (MONTEIRO, 2003). Entretanto, antes da civilização, os seres humanos eram dependentes do esforço físico individual para as atividades cotidianas, como a aquisição de alimentos e defesa para reprodução. Estima-se, por exemplo, que aproximadamente 25000 anos atrás, na Idade da Pedra, o gasto energético humano com atividades físicas era 250% maior quando comparado ao atual (EATON *et al.*, 1988, RUFF *et al.*, 1993). Assim, pode-se considerar que os seres humanos são uma espécie evolutivamente ativa, de forma que seus genes, especialmente aqueles relacionados aos sistemas músculo-esquelético, cardiorrespiratório e metabólico, foram selecionados para a prática frequente de atividades físicas. Logo, não é surpreendente o fato de que várias doenças, como a hipertensão e o diabetes, prevalentes na sociedade atual, estejam diretamente relacionadas com o sedentarismo da vida moderna (ASCM, 2010). No presente estudo, todos os voluntários foram considerados como ativos ou muito ativos, não só no momento da coleta, mas durante vários anos anteriores a ela. Além disso, os idosos chegaram à velhice sem nenhuma doença importante atualmente diagnosticada. Esse modelo experimental, onde o animal controle é o ativo, vem sendo objeto de grande discussão em estudos nos quais se utiliza o modelo animal (MARTIN *et al.*, 2010).

No presente estudo, selecionamos voluntários independente de suas capacidades aeróbicas, considerando apenas sua idade e sexo e que fossem capazes de cumprir a tarefa de percorrer 6 km e, como consequência, os idosos apresentaram menor $VO_{2máx}$ que os jovens. Essa redução da capacidade aeróbica, como já antecipado na introdução, tem sido atribuída ao aumento da resistência periférica causada pela disfunção endotelial ou à diminuição de um ou vários fatores como: capacidade vital pulmonar, força da musculatura respiratória, complacência respiratória, frequência cardíaca máxima, diferença arteriovenosa, volume sistólico, relação capilar fibra muscular, área arterial em corte transversal, massa muscular e capacidade sudorípara (McARDLE *et al.*, 2003). Dessa forma, sugere-se que a redução da capacidade

aeróbica é um fator inerente ao envelhecimento (PIMENTEL *et al.*, 2003; ESKURZA *et al.*, 2002).

Compreendendo o envelhecimento como um desgaste natural, não pareamos os indivíduos pelo seu $VO_{2máx}$. Esse desenho experimental é diferente do que vinha sendo proposto por trabalhos da literatura (KENNEY; MUNCE, 2003; HAVENITH, 2001; INOUE *et al.*, 1999; TANAKA; SEALS, 2003) que, na tentativa de estudar o envelhecimento em condições de semelhanças quanto à atividade física a ser realizada, procuravam, como controle, jovens com $VO_{2máx}$ similares aos dos idosos. Nossa perspectiva, ao contrário daquela que entende a redução da capacidade aeróbica nos idosos como um fator interveniente indesejável no estudo, compreende que essa diferença no $VO_{2máx}$ é um dos principais resultados do processo do envelhecimento e, portanto, é indissociável deste. Além disso, mesmo o idoso com alta capacidade aeróbica apresentaria uma redução do $VO_{2máx}$ se fosse comparado a si mesmo quando jovem. Sob a nossa perspectiva, os estudos anteriores que optaram por parearem a capacidade aeróbica de jovens e idosos, ao invés de anularem um fator interveniente, acabaram por criar uma situação de indivíduos atípicos para sua faixa etária: ou idosos muito condicionados ou jovens pouco condicionados fisicamente. Portanto, para respondermos as nossas questões sobre o envelhecimento, ao invés de tentarmos anular as diferenças inerentes ao grupo que representa a população idosa, optamos por mantê-las evidentes.

O presente trabalho focaliza as alterações do sistema termorregulatório, em homens e mulheres, num grupo mais velho. O principal achado do nosso estudo foi a redução na produção de suor dos idosos em ambos os sexos. Esta menor taxa de sudorese dos idosos foi medida durante a corrida de intensidade autorregulada, que respeita as diferenças etárias e entre os sexos. A redução da sudorese nos idosos é um resultado coerente com outros trabalhos da literatura, nos quais indivíduos de diferentes faixas etárias e aptidões aeróbicas foram submetidos à elevação da temperatura corporal de forma passiva (através do uso de roupas com circulação de água quente, imersão em água quente ou da exposição ao calor) ou ativa (realização de exercício em ambiente quente) (DUFOUR; CANDAS, 2007; PETROFSKY *et al.*, 2006; SCREMIN; KENNEY, 2004; INBAR *et al.*, 2004; PIERZA, FRYMOYER; KENNEY, 2003; GRASSI *et al.*, 2003; MINSON *et al.*, 2002; INOUE *et al.*, 1998; MINSON *et al.*, 1998).

Além disso, quando comparamos homens e mulheres nas duas faixas etárias, a taxa de sudorese total foi maior em homens, o que confirma os resultados encontrados na literatura com outros métodos (MADEIRA *et al.*, 2010; GAGNON *et al.*, 2009; GAGNON *et al.*, 2008.; KENNY; JAY, 2007). Esses achados reforçam a hipótese de Fox *et al.* (1969) e Inoue *et al.* (2005) de que, como as mulheres possuem menores dimensões corporais - o que leva a menores taxas metabólicas de repouso e maior relação ASC por massa, ou seja, maior facilidade de dissipar calor por vias não evaporativas - elas apresentariam menor ativação do sistema sudoríparo e maior resposta do sistema vasomotor para a manutenção do equilíbrio térmico (FOX, 1969; INOUE *et al.*, 2005). Os achados do presente estudo corroboram essa idéia, pois encontramos maior temperatura média da pele durante o exercício nas mulheres independentemente da idade, o que sugere que as vias de troca de calor não evaporativa estavam mais ativas nelas do que nos homens.

No presente estudo, a taxa de sudorese total e a capacidade aeróbica correlacionaram-se positiva e significativamente ($r^2=0,67$; $p<0,001$). A primeira dedução a partir desse achado é que quanto maiores forem as capacidades dos componentes funcionais da capacidade aeróbica (sistema cardiovascular e respiratório, capacidade metabólica dos músculos, etc.), maior deverá ser a capacidade de produção de suor, pois, na espécie humana, a própria evaporação do suor é fundamental para garantir, retroativamente, a capacidade de realizar exercícios e remover o calor decorrente do metabolismo muscular. Assim, estamos diante de uma situação na qual capacidade aeróbica e capacidade sudorípara são interdependentes. Portanto, o envelhecimento, compreendido como desgaste natural do organismo, pode resultar em redução de qualquer um dos componentes funcionais da capacidade aeróbica, inclusive a capacidade sudorípara, o que resultará em menor capacidade funcional, em última análise.

Para alguns autores, o decréscimo das respostas sudoríparas com o envelhecimento seria atribuído apenas à diminuição da capacidade aeróbica das pessoas idosas, o que indicaria uma diminuição nas habilidades cardiovasculares em exercícios realizados no ambiente quente (DILL; CONSOLAZIO, 1962; DRINKWATER; HORVATH, 1979). Entretanto, neste trabalho, foi encontrado menor número de GSA no grupo MI em comparação ao MJ, com a mesma secreção de suor por glândula, contrapondo-se ao

estudo de Anderson *et al.* (1987) que observaram menor secreção de suor por glândula nas idosas e números similares de GSA entre ambas faixas etárias ; e maior secreção de suor por GSA no grupo HJ em comparação HI, sem alteração do número de GSA, corroborando o estudo de Inbar *et al.* (2004). Esses achados sugerem que os fatores para menor taxa de sudorese total nos grupos de idosos diferem em homens e mulheres. Nos homens idosos a menor produção de suor deveu-se à menor secreção de suor por GSA – ou seja, possível redução no tamanho das glândulas e/ou diminuição da sensibilidade glandular - enquanto nas mulheres idosas a menor produção de suor deveu-se à diminuição do número de GSA - já que não houve diminuição da quantidade de suor por GSA (FIG. 6). Para a compreensão deste último achado é preciso levar em conta as alterações hormonais causadas pela menopausa, uma vez que todas as nossas voluntárias já haviam passado por aquela fase da vida da mulher. Entretanto, não foram encontrados estudos que relatem a influencia da menopausa no número de GSA.

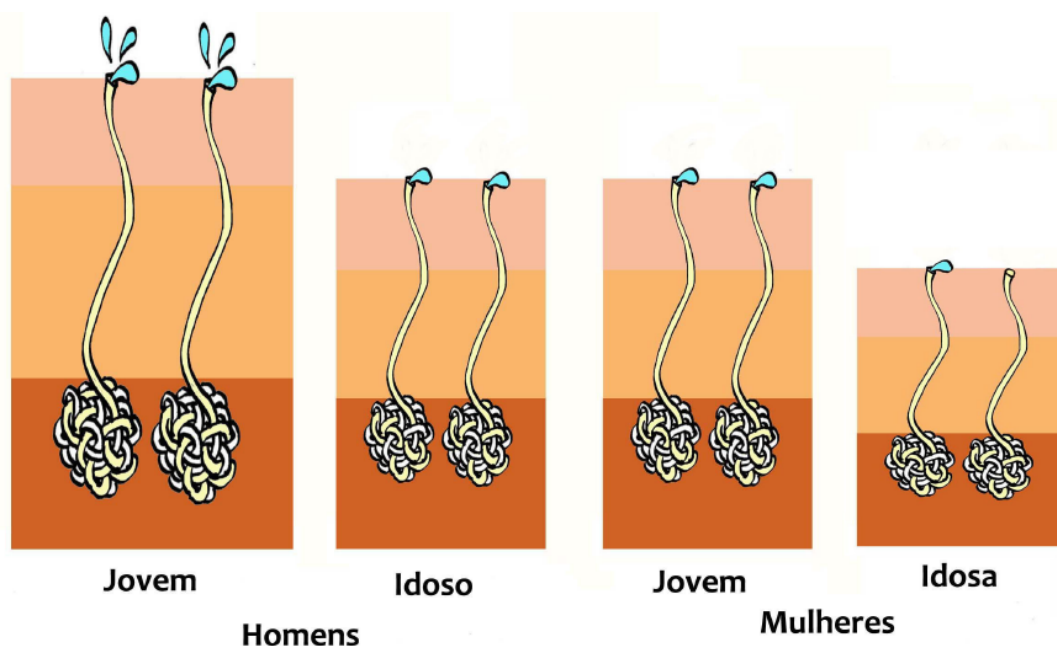


FIGURA 6. Glândulas sudoríparas ativas e sudorese por glândula em homens e mulheres jovens e idosos. Observa-se maior volume de suor por glândula nos homens jovens e menor número de glândulas ativas nas mulheres idosas.

Influenciada por fatores fisiológicos e morfológicos, a sudorese durante o exercício físico é dependente do calor gerado devido ao esforço. A produção de calor corporal é o resultado da intensidade absoluta da atividade física, enquanto as respostas fisiológicas que promovem a dissipação do calor, sudorese e vasodilatação, são

proporcionais à intensidade relativa do esforço em relação à capacidade aeróbica (KACIN *et al.*, 2008; SAWKA *et al.*, 2007; MEKJAVIC; EIKEN, 2006; MACHADO-MOREIRA *et al.*, 2005; GANT *et al.*, 2004; GREEN *et al.*, 2004; KENNEY, 2001; FRITZCHE; COYLE, 2000).

Quando analisamos a intensidade do exercício realizado pelos voluntários deste estudo - que apresentou a variação natural esperada entre os indivíduos, já que o método utilizado foi de exercício autorregulado - os jovens apresentaram, como previsto, maior velocidade média que os idosos, em ambos os sexos; além disso, os homens correram numa velocidade média maior que as mulheres, em ambas as idades, também dentro da expectativa inicial. Entretanto, quando analisamos o gasto energético e a taxa de acúmulo de calor de exercício realizado, observamos que o grupo HJ apresentou maior gasto energético que os demais grupos, os quais não diferiram entre si e maior taxa de acúmulo de calor que os idosos de ambos os sexos.

Estes maiores gasto energético e taxa de acúmulo de calor do grupo HJ estão coerentes com a necessidade de produzir a maior taxa de sudorese total encontrada neste grupo em comparação aos demais. Além disso, nos homens idosos, a menor taxa de sudorese, total e por glândula, pode ser parcialmente explicada por fatores termorregulatórios e relacionados ao desempenho, como o menor gasto energético, a menor taxa de acúmulo de calor e a menor temperatura da pele apresentada por este grupo quando comparado aos homens jovens. No entanto, não podem ser excluídos outros fatores relacionados com o envelhecimento, uma vez que mesmo ao realizarem um exercício autorregulado, com intensidade relativa semelhante, é de se esperar que os homens jovens tenham uma maior capacidade funcional refletida tanto na maior capacidade de realizar atividades físicas quanto na capacidade termorregulatória. Por outro lado, observando-se a taxa de sudorese total e o gasto energético do grupo MI comparado com o grupo MJ, o resultado parece incoerente, pois a sudorese total foi menor no grupo MI quando comparada às mulheres jovens para o mesmo gasto energético e não encontramos diferença no delta da temperatura retal. Estes dados sugerem que as mulheres idosas apresentaram menor taxa de sudorese e gasto energético similar sem que isso resultasse em maior acúmulo de calor, já que não houve diferença na variação da temperatura retal entre os grupos durante o exercício. Entretanto, esses resultados, podem ser explicados por uma diferença na taxa de

elevação da temperatura interna por minuto entre esses dois grupos; uma vez que, essa taxa foi maior ($p < 0,05$) no grupo MJ ($4,36 \pm 0,13^\circ \text{ C. min}^{-1} \cdot 100$) do que no grupo MI ($3,19 \pm 0,13^\circ \text{ C. min}^{-1} \cdot 100$), fornecendo maior estímulo para produção de suor e explicando assim a maior taxa de sudorese total no grupo MJ.

O gasto energético da atividade associado ao estresse térmico do ambiente influenciam diretamente os mecanismos da fadiga e os limites fisiológicos para a realização de determinadas atividades. Como neste trabalho os voluntários puderam escolher a intensidade da corrida, todos terminaram o exercício num limite seguro, que no presente estudo pode ser evidenciado pelo índice de estresse fisiológico, e este foi menor nos idosos. Esses achados corroboram o estudo de Noakes e St. Clair Gibson (2004) ao sugerirem que a fadiga seja considerada como um evento relativo e não absoluto, e que o sistema nervoso, durante o exercício, permanece realizando, de forma subconsciente, cálculos do custo metabólico e dos ajustes fisiológicos requeridos para completar a tarefa motora. Esses cálculos estão diretamente relacionados às condições ambientais e ao estado físico do indivíduo no momento do exercício. Assim, quando o indivíduo tem que percorrer uma distância pré-determinada, na maior velocidade possível, ele escolhe a maior intensidade que não causará danos ao organismo (RODRIGUES; SILAMI-GARCIA, 1998; GIBSON; NOAKES, 2004; MARTINI, 2009) e que permitirá que essa tarefa seja completada (FIG. 7). Portanto, neste estudo, os idosos realizaram a atividade física num IEF menor que os jovens, e este é um resultado coerente com o modelo dos limites integrados, indicando que no envelhecimento ocorre a deterioração da capacidade funcional e os indivíduos tendem a realizar a atividade num índice fisiológico menor justamente para preservar o organismo.

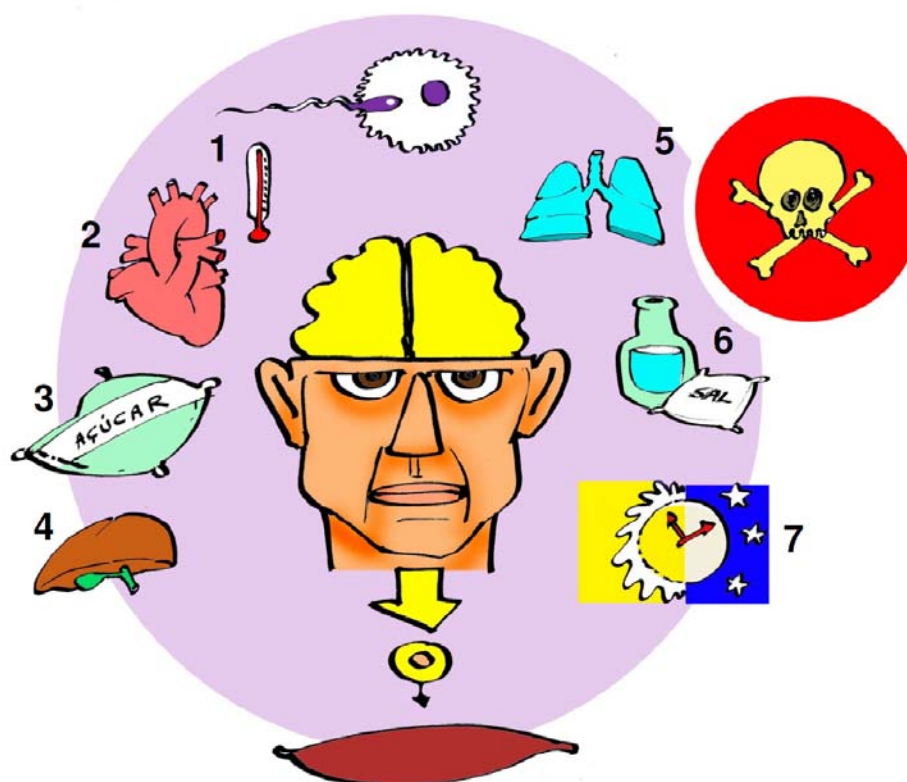


FIGURA 7. Mecanismos esquemáticos e resumidos da motivação, fadiga e exaustão. A ativação neural para os músculos seria modulada pela: 1) taxa de acúmulo de calor, 2) perfusão sanguínea 3) glicemia sanguínea 4) níveis de armazenamento de carboidratos 5) níveis de dióxido de carbono e oxigênio 6) volume e osmolalidade plasmáticos, 7) ritmo circadiano. A integração central desses vários fatores resulta em maior ou menor motivação e tolerância ao exercício, interrompendo-o quando necessário, antes que aconteça qualquer desequilíbrio na homeostase. Fatores externos indicadores de grande risco para a vida se não houver interrupção da atividade poderiam inibir o mecanismo da fadiga, prolongando o exercício até ocorrer alguma falha fisiológica, ou seja, a exaustão.

Neste trabalho, observamos que as mulheres possuem maior T_{mpEX} que os homens. Além disso, a T_{mpEX} nos homens idosos é menor que nos jovens (MINSON *et al.*, 2002) e não foi diferente nas mulheres com o envelhecimento (KENNEY; MUNCE, 2003). A temperatura da pele de uma determinada região é uma função do fluxo sanguíneo periférico e do calor retirado pela evaporação do suor na superfície da mesma. O maior fluxo sanguíneo da pele nas mulheres pode ser evidenciado quando comparamos os grupos HI e MJ, pois esses grupos apresentaram taxa de sudorese total similar e, entretanto, as mulheres tiveram maior T_{mpEX} . Alguns estudos relatam que com o envelhecimento ocorre diminuição do fluxo sanguíneo periférico (DUFOR; CANDAS, 2007; PETROFSKY *et al.*, 2006; INBAR *et al.*, 2004; MINSON *et al.*, 2002; KENNEY, 2001; INOUE *et al.*, 1998; MINSON *et al.*, 1998; HO *et al.*, 1997) que pode ser atribuído à menor vasodilatação, o que pode ser causado por uma diminuição da

produção de óxido nítrico pelo endotélio (MINSON *et al.*, 2002). Entretanto, no presente estudo, a T_{mpEX} , nas mulheres, não se alterou com o envelhecimento e não podemos concluir que, nos homens, a menor T_{mpEX} no grupo HI seja um indicativo de menor fluxo sanguíneo, já que os jovens produziram maior quantidade de calor que os idosos.

Em relação à hidratação dos voluntários, não houve diferença na quantidade de água ingerida, e todos os voluntários terminaram o exercício hidratados, sugerindo que a sede foi suficiente para manter a hidratação dos voluntários. Na literatura, alguns estudos recomendam a hidratação de forma sistematizada em indivíduos jovens (ACSM, 1996); entretanto, existem outros estudos que, como o presente, se contrapõem a esta norma (NOAKES *et al.*, 2004; MACHADO-MOREIRA *et al.*, 2006). Alguns autores também relatam que com o envelhecimento o mecanismo da sede estaria alterado e seria indispensável a ingestão de água de forma orientada (PHILLIPS, 1993) - o que também não foi encontrado neste estudo. Portanto, é importante considerar o desenvolvimento do mecanismo da sede como parte do processo evolutivo dos animais, inclusive, é claro, do ser humano, mecanismo este selecionado ao longo do tempo para regular o volume e a osmolalidade plasmáticos. O modelo experimental do presente estudo não foi concebido para testar a hipótese do mecanismo da sede, mas eles não contrariam esta concepção evolutiva e não parecem alterados pelo envelhecimento.

Neste estudo, o IBUTG médio global foi de $25,69 \pm 0,14^\circ \text{C}$. Para Cooper, Ferrara e Broglio (2006), um baixo risco de hipertermia induzida pelo esforço físico corresponde a IBUTG menor que 18°C e um alto risco corresponde a IBUTG superior a 28°C . Wallace *et al.* (2005) consideram que o alto risco de hipertermia induzida pelo esforço físico está associado a valores de IBUTG superiores a $32,2^\circ \text{C}$, o que corresponde à necessidade de interrupção da atividade física. Associando-se o IBUTG com o gasto calórico da atividade física, obtêm-se curvas de risco de hipertermia para indivíduos aclimatados ou não ao calor (NIOSH, 1986). No presente estudo, quando o IBUTG foi associado ao gasto energético da atividade, verificou-se que não houve risco de hipertermia para os voluntários deste estudo.

6 CONCLUSÕES

Durante o exercício de intensidade autorregulada, os idosos de ambos os sexos apresentaram menores taxas de sudorese em comparação com os jovens. Além disso, os homens suaram mais que as mulheres, mantendo esta diferença entre os sexos com o envelhecimento. A menor capacidade aeróbica dos idosos foi o principal fator para a diminuição da sudorese. A diminuição da taxa de sudorese total nas mulheres idosas foi relacionada à redução no número de glândulas sudoríparas ativas e nos homens à redução da secreção de suor por glândula, o que mostra que o envelhecimento afeta diferentemente o sistema termorregulatório em homens e mulheres.

REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, Position Stand - Exercise and fluid replacement. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.29, p.11, 1996.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, *Diretrizes do ACSM para testes de esforço e sua prescrição*, 8^a. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

ANDERSON, R.; KENNEY, W. Effect of age on heat-activated sweat gland density and flow during exercise in dry heat. *Journal of Applied Physiology*, v.63, n.3, p.1089-1094, 1987.

APPLEGATE, W.B. *et al.* Analysis of the 1980 heat wave in Memphis. *Journal of the American Geriatrics Society*, v.29, n.8, p.337-342, 1981.

ARMSTRONG, N.; WELSMAN, J.R.; KIRBY, B.J. Longitudinal changes in 11-13-year-olds' physical activity. *Acta Paediatrica*, v.89, n.7, p.775-780, 2000.

AVELLINI, B.A.; KAMON, E.; KRAJEWSKI, T. Physiological responses of physically fit men and women to acclimation to humid heat. *Journal of Applied Physiology*, v.49, p.254-261, 1980.

BUONO, M.J.; SJOHOLM, N.T. Effect of physical training on peripheral sweat production. *Journal of Applied Physiology*, v.65, n.2, p.811-814, 1988.

CREWE, H.; TUCKER, R.; NOAKES, T.D. The rate of increase in rating of perceived exertion predicts the duration of exercise to fatigue at a fixed power output in different environmental conditions. *European Journal of Applied Physiology*, v.103, p. 569-577, 2008.

COELHO, L.G.M. *et al.* Head hair reduces sweat rate during exercise under the sun. *International Journal of Sports*, v.31, p.779-783, 2010.

COOPER, E.R.; FERRARA, M.S.; BROGLIO, S.P. Exertional heat illness and environmental conditions during a single football season in the southeast. *Journal of Athletic Training*, v.41, n.3, p.332-336, 2006.

DILL, D.B.; CONSOLAZIO, C.F. Responses to exercise as related to age and environmental temperature. *Journal of Applied Physiology*, v.17, p.645-658, 1962.

DRINKWATER, B.L.; HORVATH, S.M. Heat tolerance and aging. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.11, p.49-55, 1979.

DUBOIS, D.; DUBOIS, E.F. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. *Archives of Internal Medicine*, v.17, p.831-836, 1916.

DUFOUR, A.; CANDAS, V. Ageing and thermal responses during passive heat exposure: sweating and sensory aspects. *European Journal of Applied Physiology*, v.100, p.19-26, 2007.

ELY, M.R. *et al.* Effects of ambient temperature on marathon pacing is dependent on runner ability. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.40, n.9, p.1675-1680, 2008.

EATON, S.B.; KONNER, M.; SHOSTAK, M. Stone Agers in the fast lane: chronic degenerative diseases in evolutionary perspective. *American Journal of Medicine*. v.84, p.739-749, 1988.

ESKURZA, I. *et al.* Changes in maximal aerobic capacity with age in endurance-trained women: 7-yr follow-up. *Journal of Applied Physiology*, v.92, p.2303-2308, 2002.

FRYE, A.J.; KAMON, E. Responses to dry heat of men and women with similar aerobic capacities. *Journal of Applied Physiology*. v.50, p.65-70, 1981.

FOX, R.H. *et al.* B. Comparison of thermoregulatory function in women and men. *Journal of Applied Physiology*, v.26, n.4, p. 444-453, 1969.

FRITZSCHE, R.G.; COYLE, E.F. Cutaneous blood flow during exercise is higher in endurance-trained humans. *Journal of Applied Physiology*, v.88, p.738-744, 2000.

GANT, N. *et al.* Thermoregulatory responses to exercise: relative versus absolute intensity. *Journal of Sports Sciences*, v.22, p.1083-1090, 2004.

GARCIN, M.; DANIEL, M.; BILLAT, V. Perceptual responses in free vs. constant pace exercise. *International Journal of Sports Medicine*, v.29, p.453-459, 2008.

GAGNON, D. *et al.* Sex-related differences in evaporative heat loss: the importance of metabolic heat production. *European Journal of Applied Physiology*, v.104, p.821-829, 2008.

GAGNON, D. *et al.* Core temperature differences between males and females during intermittent exercise: physical considerations. *European Journal of Applied Physiology*, v.105, p.453-461, 2009.

GIBSON, A.S.; NOAKES, T.D. Evidence for complex system integration and dynamic neural regulation of skeletal muscle recruitment during exercise in humans. *British Journal of Sports Medicine*, v.38, p.797-806, 2004.

GONZÁLEZ-ALONSO, J. *et al.* Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat. *Journal of Applied Physiology*, v.86, n.3, p.1032-1039, 1999.

GRASSI, G. *et al.* Impairment of Thermoregulatory control of skin sympathetic nerve traffic in the elderly. *Circulation*, v.108, p.729-735, 2003.

GREEN, J.M.; PRITCHETT, R.C.; CREWS, T.R.; McLESTER, J.R.; TUCKER, D.C. Sweat lactate response between with high and low aerobic fitness. *European Journal of Applied Physiology*, v.91, p.1-6, 2004.

HAVENITH, G. Individualized model of human thermoregulation for the simulation of heat stress response. *Journal of Applied Physiology*, v.90, p.1943-1954, 2001.

HAYFLICK, L. Entropy explains aging, genetic determinism explains longevity, and undefined terminology explains misunderstanding both. *PLoS Genetics*, v.3, n.12, p.2351-2354, 2007.

HAYFLICK, L. *How and why we age*. New York: Cell Associates Inc, 1994.

HENSCHEL, A. *et al.* An analysis of the heat deaths in St. Louis during July, 1966. *American journal of public health and the nation's health*, v.59, n.12, p.2232-2242, 1969.

HELLON, R.F.; LIND, A.R. Observations on the activity of sweat glands with special reference to the influence of aging. *The Journal of Physiology (Lond)*, v.133, p.132-144, 1956.

HO, C.W. *et al.* Age, fitness and regional blood flow during exercise in the heat. *Journal of Applied Physiology*, v.82, n.4, p.1126-1135, 1997.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2008 – 2009. Disponível em: www.ibge.gov.br

KACIN, A. *et al.* The influence of fatigue-induced increase in relative work rate on temperature regulation during exercise. *European Journal of Applied Physiology*, v.103, p.71-77, 2008.

KENNY, G.P.; JAY, O. Sex difference in postexercise esophageal and muscle tissue temperature response. *American Journal of Physiology: Regulatory Integrative Comparative Physiology*, v.292, p.1632-1640, 2007.

KENNEY, W.L. Decreased cutaneous vasodilation in aged skin: mechanisms, consequences and interventions. *Journal of Thermal Biology*, v.26, p.263-271, 2001.

KENNEY, W.L.; FOWLER, S.R. Methylcholine-activated eccrine sweat gland density and output as a function of age. *Journal of Applied Physiology*, v.65, n.3, p.1082-1086, 1988.

KENNEY, W.L.; MUNCE, T.A. Invited Review: aging and human temperature regulation. *Physiology of Aging. Journal of Applied Physiology*, v.95, p.2598-2603, 2003.

INBAR, O. *et al.* Comparison of thermoregulatory responses to exercise in dry heat among prepubertal boys, young adults and older males. *Experimental Physiology*, v.89, n.6, p.691-700, 2004.

INOUE, Y. *et al.* Sex and menstrual cycle-related differences in sweating and cutaneous blood flow in response to passive heat exposure. *European Journal of Applied Physiology*, v. 94, n.3, p.323-332, 2005.

INOUE, Y. *et al.* Exercise and methylcholine-induced sweating responses in older and younger men: effect of heat acclimation and aerobic fitness. *International Journal of Biometeorology*, v.42, p.210-216, 1999.

INOUE, Y. *et al.* Relationship between skin blood flow and sweating rate, and age related regional differences. *European Journal of Applied Physiology*, v.79, p.17-23, 1998.

McARDLE, W.D.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. *Fisiologia do Exercício – Energia, nutrição e desempenho humano*. 5. ed. RJ: Guanabara Koogan, 2003.

MACHADO-MOREIRA, C.A. *et al.* Effects of heat acclimation on sweating during graded exercise until exhaustion. *Journal of Thermal Biology*, v.30, p.437-442, 2005.

MACHADO-MOREIRA, C.A. *et al.* Hidratação durante o exercício: a sede é suficiente? *Revista Brasileira Medicina do Esporte*, v. 12, p. 405-409, n. 6, 2006.

MADEIRA, L.G. *et al.* Sex-related differences in sweat gland cholinergic sensitivity exist irrespective of differences in aerobic capacity. *European Journal of Applied Physiology*, v.109, p.93-100, 2010

MAGALHÃES, F.C. *et al.* Thermoregulatory efficiency is increased after heat acclimation in tropical natives. *Journal of Physiological Anthropology*, v.29, n.1, p.1-12, 2010.

MARGARIA, R.; AGHEMO, P.; PIÑERAS LIMAS, P. A simple relation between performance in running and maximal aerobic power. *Journal of Applied Physiology*, v.38, n.2, p.351-352, 1975

MARTIN, B. *et al.* "Control" laboratory rodents are metabolically morbid: Why it matters. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 107, n. 14, p.6127-6133, 2010.

MARTINI, A.R.P. *Raspar a cabeça não altera a velocidade na corrida de 10km sob o sol*. Dissertação (Mestrado) – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

MEKJAVIC, I.B.; EIKEN, O. Contribution of thermal and nonthermal factors to the regulation of body temperature in humans. *Journal of Applied Physiology*, v.100, p.2065-2072, 2006.

MINSON, C.T. *et al.* Decreased nitric oxide- and axon reflex-mediated cutaneous vasodilation with age during local heating. *Journal of Applied Physiology*, v.93, p.1644-1649, 2002.

MINSON, C.T. *et al.* Age alters the cardiovascular response to direct passive heating. *Journal of Applied Physiology*, v.84, n.4, p.1323-1332, 1998.

MONTEIRO, C.A. *et al.* A descriptive epidemiology 3. of leisure-time physical activity in Brazil, 1996-1997. *Revista Panamericana de Salud Pública*; v.14, p. 246-54, 2003.

NIELSEN, B. Olympics in Atlanta: a fight against physics. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. v.28, p.665–668, 1996.

NIOSH. Criteria Documents: Criteria for a recommended Standard- Occupational exposure to hot environments (revised criteria 1986) DHHS (NIOSH) publication 86-113, 1986. Disponível em: www.cdc.gov/niosh/86-113.html.

NYBO, L. Hyperthermia and fatigue. *Journal of Applied Physiology*, v.104, p.871-878, 2008.

NYBO, L. *et al.* J. Effects of marked hyperthermia with and without dehydration on VO₂ kinetics during intense exercise. *Journal of Applied Physiology*, v.90, p.1057-1064, 2001.

NOAKES, T.D.; GIBSON, A.S.C.; LAMBERT, E.V. From catastrophe to complexity: a novel model of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans. *British Journal of Sports Medicine*, v.38, p.511-514, 2004.

NUMMELA, A.T. *et al.* Fatigue during a 5-km running time trial. *International Journal of Sports Medicine*, v.29, p.738-745, 2008.

PATTERSON, M.J., STOCKS, J.M., TAYLOR, N.A.S. Humid heat acclimation does not elicit a preferential sweat redistribution towards the limbs. *American Journal of Physiology*. v. 286, p 512–518, 2004.

PETROFSKY, J. S. *et al.* The effect of aging on conductive heat exchange in the skin at two environmental temperatures. *Medical Science Monitor*. v. 12, n.10, p.400-408, 2006.

PHILLIPS, P.A.; JOHNSTON, C.L, GRAY, L., Disturbed fluid and electrolyte homeostasis following dehydration in elderly people. *Age and Ageing*, v.22, p.26-33, 1993.

PIERZGA, J. M.; FRYMOYER, A.; KENNEY, W.L. Delayed distribution of active vasodilation and altered vascular conductance in aged skin. *Journal of Applied Physiology*, v.94, p.1045-1053, 2003.

PIMENTEL, A.E. *et al.* Greater rate of decline in maximal aerobic capacity with age in endurance-trained than in sedentary men. *Journal of Applied Physiology*, v.94, p.2406-2413, 2003.

PINTO, K.M.C. *et al.* Efeitos da temperatura da água ingerida sobre a fadiga durante o exercício em ambiente termoneutro. *Revista Paulista de Educação Física*, v.15, n.1, p.45-54, 2001.

OKAZAKI, K. *et al.* Effects of exercise training on thermoregulatory responses and blood volume in older men. *Journal of Applied Physiology*, v.93, p.1630-1637, 2002.

RODRIGUES, L.O.C.; SILAMI-GARCIA, E. Fadiga: falha ou mecanismo de proteção? In: SILAMI-GARCIA, E; LEMOS, K. M.; GRECO, P. J. (Org). *Temas Atuais em*

Educação Física e Esportes III. 1 ed. Belo Horizonte: Livraria e Editora Saúde Ltda, v.3, p. 27-48, 1998.

RUFF, C.B. *et al.* Postcranial robusticity in homo, I: temporal trends and mechanical interpretations. *American Journal of Physical Anthropology*. v.91, p.21–53, 1993.

SAMPAIO, I. B. M. *Estatística Aplicada à Experimentação Animal*. 3a ed. Belo Horizonte: Fundação de Estudo e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 2007.

SAWKA, M. N. *et al.* Exercise and fluid replacement. ACSM Position Stand. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.39, n.2, p.377-390, 2007.

SCHLADER, Z.J. *et al.* Exercise modality body temperature regulation during exercise in uncompensable heat stress. *European Journal of Applied Physiology*, Oct 27, 2010.

SCHLADER ZJ. *et al.* The independent roles of temperature and thermal perception in the control of human thermoregulatory behavior. *Physiology Behavior*, v.111, p.757-766, 2011.

SCREMIN, G.; KENNEY, L.K. Aging and the skin blood flow response to the unloading of baroreceptors during heat and cold stress. *Journal of Applied Physiology*, v.96, p.1019-1025, 2004.

SHOENFELD, Y. *et al.* Age and Sex differences in response to short exposure to extreme dry heat. *Journal of Applied Physiology*, v.44, p.1-4, 1978.

TANAKA, H.; SEALS, D.R. Dynamic exercise performance in Master athletes: insight into the effects of primary human aging on physiological functional capacity. *Journal of Applied Physiology*, v.95, p.2152-2162, 2003.

THOMAS, S.; READING, J.; SHEPHARD, R. J. Revision of the Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q). *Canadian Journal of Sports Science*, v.17, n.4, p.338-345, 1992.

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

WALLACE, R.F. *et al.* The effects of continuous hot weather training on risk of exertional heat illness. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.37,n.1, p.84-90, 2005.

WAGNER, J.A. *et al.* Heat tolerance and acclimatation to work in the heat in relation to age. *Journal of Applied Physiology*, v.33, p.616-622, 1972.

WYNDHAM, C.H. Effect of acclimatization on the sweat rate/retal temperature relationship. *Journal of Applied Physiology*, v.22, p.27-30, 1967.

ANEXO**ANEXO A - Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP**

Parecer nº. ETIC 0498.0.203.000-09

**Interessado(a): Prof. Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues
Departamento de Educação Física
EEFFTO - UFMG**

DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 21 de janeiro de 2010, após atendidas as solicitações de diligência, o projeto de pesquisa intitulado **"Estudo da fadiga e das respostas termorregulatórias em idosos durante caminhada/corrida de intensidade autorregulada sob o sol"** bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.

**Profa. Maria Teresa Marques Amaral
Coordenadora do COEP-UFMG**

ANEXO B – PAR-Q

Nome: _____ Data: ___/___/___

PAR-Q

1 - Seu médico já disse que você possui um problema cardíaco e recomendou atividades físicas apenas sob supervisão médica?

Sim Não

2 - Você tem dor no peito provocada por atividades físicas?

Sim Não

3 - Você sentiu dor no peito no último mês?

Sim Não

4 - Você já perdeu a consciência em alguma ocasião ou sofreu alguma queda em virtude de tontura?

Sim Não

5 - Você tem algum problema ósseo ou articular que poderia agravar-se com a prática de atividades físicas?

Sim Não

6 - Algum médico já lhe prescreveu medicamento para pressão arterial ou para o coração?

Sim Não

7 - Você tem conhecimento, por informação médica ou pela própria experiência, de algum motivo que poderia impedi-lo de participar de atividades físicas sem supervisão médica?

Sim Não

ANEXO C - QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA

Nome: _____

Data: ___/___/___ Idade : ___ Sexo: F () M ()

Ocupação: _____ Cidade: _____

Nós queremos saber quanto tempo você gasta fazendo atividade física em uma semana NORMAL. Por favor, responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Para responder considere as atividades como meio de transporte, no trabalho, exercício e esporte.

1a. Em quantos dias de uma semana normal, você realiza atividades **LEVES** ou **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos, que façam você suar **POUCO** ou aumentam **LEVEMENTE** sua respiração ou batimentos do coração, como nadar, pedalar ou varrer:

- (a) _____ dias por **SEMANA**
- (b) Não quero responder
- (c) Não sei responder

1b. Nos dias em que você faz este tipo de atividade, quanto tempo você gasta fazendo essas atividades **POR DIA**?

- (a) _____ horas _____ minutos.
- (b) Não quero responder
- (c) Não sei responder

2a . Em quantos dias de uma semana normal, você realiza atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos , que façam você suar **BASTANTE** ou aumentem **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração, como correr e nadar rápido ou fazer jogging:

- (a) _____ dias por **SEMANA**
- (b) Não quero responder
- (c) Não sei responder

2b. Nos dias que você faz este tipo de atividades quanto tempo você gasta fazendo essas atividades **POR DIA**?

- (a) _____ horas _____ minutos
- (b) Não quero responder
- (c) Não sei responder

ATIVIDADE FÍSICA NO TRABALHO

1a. Atualmente você trabalha ou faz trabalho voluntário fora de sua casa? Sim () Não ()

1b. Quantos dias de uma semana normal você trabalha? _____ dias

Durante um dia normal de trabalho, quanto tempo você gasta:

1c . Andando rápido: _____ horas _____ minutos.

1d. Fazendo atividades de esforço moderado como subir escadas ou carregar pesos leves: _____ horas _____ minutos.

1e. Fazendo atividades vigorosas como trabalho de construção pesada ou trabalhar com enxada, escavar: _____ horas _____ minutos.

ATIVIDADE FÍSICA EM CASA

*Agora, pensando em todas as atividades que você tem feito **em casa** durante uma semana normal:*

2a . Em quantos dias de uma semana normal você faz atividades dentro da sua casa por pelo menos 10 minutos de esforço moderado como aspirar, varrer ou esfregar:

- (a) _____ dias por **SEMANA**
- (b) Não quero responder
- (c) Não sei responder

2b. Nos dias que você faz este tipo de atividades quanto tempo você gasta fazendo essas atividades **POR DIA**? _____ horas _____ minutos.

2c. Em quantos dias de uma semana normal você faz atividades no jardim ou quintal por pelo menos 10 minutos de esforço *moderado* como varrer, rastelar, podar:

- (a) _____ dias por **SEMANA**
- (b) Não quero responder
- (c) Não sei responder

2d. Nos dias que você faz este tipo de atividades quanto tempo você gasta **POR DIA**? _____ horas _____ minutos.

2e. Em quantos dias de uma semana normal você faz atividades no jardim ou quintal por pelo menos 10 minutos de esforço *vigoroso* ou forte como carpir, arar, lavar o quintal:

- (a) _____ dias por **SEMANA**
- (b) Não quero responder
- (c) Não sei responder

2f. Nos dias que você faz este tipo de atividades quanto tempo você gasta **POR DIA**? _____ horas _____ minutos.

ATIVIDADE FÍSICA COMO MEIO DE TRANSPORTE

Agora, pense em relação a caminhar ou pedalar para ir de um lugar a outro em uma semana normal.

3a. Em quantos dias de uma semana normal você caminha de forma rápida por pelo menos 10 minutos para ir de um lugar para outro? (Não inclua as caminhadas por prazer ou exercício)

- (a) _____ dias por **SEMANA**
- (b) Não quero responder
- (c) Não sei responder

3b. Nos dias que você caminha para ir de um lugar para outro quanto tempo **POR DIA** você gasta caminhando? (Não inclua as caminhadas por prazer ou exercício) _____ horas _____ minutos.

3c. Em quantos dias de uma semana normal você pedala rápido por pelo menos 10 minutos para ir de um lugar para outro? (Não inclua o pedalar por prazer ou exercício)

- (a) _____ dias por **SEMANA**
- (b) Não quero responder
- (c) Não sei responder

3d. Nos dias que você pedala para ir de um lugar para outro quanto tempo **POR DIA** você gasta pedalando? (Não inclua o pedalar por prazer ou exercício) _____ horas _____ minutos.

APÊNDICE

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO- FASE I



Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Laboratório de Fisiologia do Exercício - LAFISE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (FASE I)

TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA:

Estudo da fadiga e das respostas termorregulatórias em idosos durante caminhada/corrida de intensidade autorregulada sob o sol

Convidamos você para ser voluntário para exames que determinarão se você poderá participar do experimento por meio dos quais vamos estudar a temperatura corporal, o suor, velocidade e o tempo de corridas em pista de atletismo sob o sol.

A etapa de exames, chamada de triagem, determinará se você poderá participar ou não do experimento da segunda parte do estudo. Depois dos procedimentos de triagem você poderá ser identificado como não apto para o experimento por razões clínicas, sobre as quais você será devidamente informado.

Durante a triagem serão feitas a você algumas perguntas pessoais sobre hábito de fumar, doenças que possui e uso de medicamentos. Será realizado um exame médico, caso você tenha a idade entre 60 e 69 anos, um teste de física. Na avaliação física serão feitas as medidas de massa corporal, estatura, percentual de gordura (medida de dobras cutâneas) e capacidade aeróbica máxima em um teste de corrida/caminhada em intensidade autorregulada, no menor tempo possível, numa distância de 1500 sob o sol. Durante o teste para medida da capacidade aeróbica, que você realizará numa pista de atletismo, serão medidos: a frequência cardíaca e a velocidade de corrida (através de um cardiofrequencímetro com GPS). Ao final de cada volta, você deverá informar sua percepção subjetiva de esforço em escala de 15 pontos. O teste será interrompido caso você manifeste fisicamente ou verbalmente para parar o exercício ou caso ocorra alguma manifestação de sintoma identificado pelos pesquisadores como anormal.

Os procedimentos da Fase I não trarão nenhum benefício direto a você, exceto pelas informações que você receberá durante as avaliações realizadas na triagem. Você poderá decidir não participar de algum procedimento da triagem a qualquer momento, sem constrangimento. Nenhuma compensação por prejuízos relacionados ao estudo estará disponível. Durante a triagem, se você sentir qualquer sintoma que pense estar relacionado a ela, relate imediatamente ao avaliador.

Os riscos deste estudo são relativamente pequenos e estão associados com a prática de exercícios físicos, como o surgimento de lesões músculo-esqueléticas e incômodos causados pela dor durante e após a realização de um exercício com intensidade máxima. Entretanto, você realizará uma corrida em condições controladas, com equipamentos seguros e procedimentos tecnicamente bem executados. Possíveis reações indesejáveis serão monitoradas pela equipe de professores responsáveis pelo estudo.

Todas as informações individuais obtidas na triagem estarão disponíveis somente para um número limitado de pessoas diretamente envolvidas com o estudo (professores responsáveis e equipe de avaliação). Sua identidade não será revelada publicamente em hipótese alguma.

Na eventualidade da sua participação neste estudo resultar em algum problema médico, inclusive tratamento de emergência, você receberá assistência da equipe responsável pelo estudo. Entretanto, o estudo não dispõe de recursos para pagamentos de exames complementares ou quaisquer outras despesas

médicas ou hospitalares, que deverão ser cobertas por seus próprios recursos ou pelo Sistema Único de Saúde (SUS). Em caso de emergência, o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU / 192) será chamado.

Se necessário, os custos do transporte para a sua participação na pesquisa serão de responsabilidade dos pesquisadores.

Se você julgar necessária qualquer outra informação antes de dar seu consentimento para participar dos exames de triagem, sinta-se à vontade para fazer qualquer tipo de pergunta a respeito do estudo a aluna de mestrado Renata Lane de Freitas Passos (3786 1702 e 8749 1705) e ao professor orientador Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues (3409 2328), responsáveis pelo estudo.

CONSENTIMENTO

Se você concorda em participar da triagem (Primeira Etapa) do estudo “*Estudo da fadiga e das respostas termorregulatórias em idosos durante caminhada/corrida de intensidade autorregulada sob o sol*”, por favor assine abaixo.

Belo Horizonte _____ de _____ de 20 _____

Assinatura do voluntário: _____
Nome:

Assinatura da testemunha: _____
Nome:

Declaro que, dentro dos limites de meus conhecimentos científicos, expliquei os objetivos e procedimentos dos exames de triagem deste estudo para o voluntário.

Renata Lane de Freitas Passos
Mestranda em Ciências do Esporte – EEEFTO/ UFMG

Dr. Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues
Professor Titular – EEEFTO/ UFMG

Este estudo foi aprovado pelo Programa de Pós-graduação em Ciências do Esporte da UFMG e pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da UFMG. Qualquer consideração ou reclamação, entre em contato com o COEP /UFMG: Av. Antônio Carlos, 6627. Unidade administrativa II, 20 andar, Sala 2005. Campus Pampulha, Belo Horizonte, MG. CEP 31270 901. Tel.: 3409 4592. E-mail: coep@prpq.ufmg.br.

APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO- FASE II



Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Laboratório de Fisiologia do Exercício - LAFISE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (FASE II)

TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA:

Estudo da fadiga e das respostas termorregulatórias em idosos durante caminhada/corrida de intensidade autorregulada sob o sol

Convidamos você para ser voluntário do projeto de pesquisa intitulado “*Estudo da fadiga e das respostas termorregulatórias em idosos durante caminhada/corrida de intensidade autorregulada sob o sol*”. Este documento fornece informações sobre os experimentos, além de informações sobre riscos e benefícios. Nele, seus direitos como participante de um estudo experimental são detalhados. Por favor, leia este documento completamente e pergunte sobre qualquer dúvida relacionada à sua participação no estudo.

O objetivo deste estudo é avaliar o efeito de um exercício autorregulado sob sol sobre a fadiga e as respostas termorregulatórias.

Você passará, em dias diferentes, por uma sessão de familiarização com o protocolo de exercício físico desta pesquisa e por uma situação experimental. Na sessão de familiarização, você fará o mesmo protocolo de exercício a ser realizado nas situações experimentais: corrida com velocidade autorregulada, em uma pista de atletismo, durante 6 km.

A situação experimental será a seguinte: correr 6 km, sob o sol em uma pista pré-determinada de 300 metros (20 voltas), dividida em 4 séries de 1,5 km (5 voltas) com intervalo de 2 minutos entre as séries (tempo este que será utilizado para realizar as medidas necessárias). Você será instruído a correr o mais rápido possível durante todo o experimento.

Nos dias experimentais você chegará ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET –MG) e será encaminhado para o vestiário para a colocação do sensor de temperatura retal e da roupa adequada e padronizada para o teste (short, meias e tênis e do sexo feminino, a mesma vestimenta acrescida de um top). O sensor de temperatura retal é feito de um material flexível, possui 3,5 mm de diâmetro e deverá ser inserida a cerca de 10 cm do esfíncter anal - distância que virá marcada na sonda. A sonda retal é esterilizada através de processos químicos e sua utilização não oferece qualquer tipo de risco. Para o registro da temperatura, a sonda é conectada a um teletermômetro. Antes do exercício físico, será entregue para você um recipiente descartável no qual você deve urinar. Será utilizada uma gota de urina para a medida da densidade da sua urina, o que permitirá a nós verificarmos o seu estado de hidratação. Caso você não esteja hidratado, será fornecida água para você. Você irá para pista de atletismo e fará o exercício com velocidade autorregulada. Durante o exercício serão medidas as seguintes variáveis: temperatura retal, temperatura timpânica (com um termômetro digital), temperatura da pele no peito, braço, coxa e perna (com um termômetro digital), a frequência cardíaca, velocidade de corrida (com um GPS), sudorese local no peito, braço, coxa e na testa (com papel filtro), sudorese total, conforto térmico e a

sua percepção subjetiva do esforço. Após o término do teste será feita a medida das glândulas sudoríparas ativas no peito, braço, coxa e na testa (com papel iodado).

Todos os seus dados pessoais serão confidenciais, sua identidade não será revelada publicamente em hipótese alguma e somente os pesquisadores envolvidos neste estudo terão acesso a essas informações.

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

Serão poucos ou nenhum os possíveis benefícios individuais decorrentes de sua participação no estudo. Apesar disto, espera-se que o estudo aumente as informações disponíveis sobre as respostas da temperatura do corpo, da fadiga, do suor e no tempo e velocidade de corridas realizadas sob o sol por indivíduos de diferentes idades. Espera-se que estas informações possam ser úteis a diferentes áreas do conhecimento ou atividades profissionais como Fisiologia do Exercício, Educação Física e Medicina do Exercício.

Os riscos deste estudo são relativamente pequenos e estão associados com a prática de exercícios físicos, como o surgimento de lesões músculo-esqueléticas e incômodos causados pela dor durante e após a realização de um exercício com intensidade máxima. Possíveis reações indesejáveis serão monitoradas pela equipe de professores responsáveis pelo estudo.

Você receberá um cartão com a identificação de sua participação no estudo e os nomes e números de telefones dos responsáveis pelo estudo que poderão ser utilizados para qualquer informação complementar sempre que achar necessário. Todas as informações individuais obtidas no estudo estarão disponíveis somente para um número limitado de pessoas diretamente envolvidas com o estudo (professores responsáveis e equipe de avaliação). Sua identidade não será revelada publicamente em hipótese alguma.

Na eventualidade da sua participação neste estudo resultar em algum problema médico, você receberá assistência da equipe responsável pelo estudo e, se necessário, os pesquisadores o levarão, para o serviço de pronto atendimento do Sistema Único de Saúde (SUS). Em caso de emergência, o Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU / 192) será chamado.

Caso seja necessário, os custos do transporte para a sua participação na pesquisa serão de responsabilidade dos pesquisadores.

Se você julgar necessária qualquer outra informação antes de dar seu consentimento para participar do estudo, você dispõe de total liberdade para esclarecer as questões que possam surgir durante a pesquisa. Qualquer dúvida, por favor, entre em contato com os pesquisadores responsáveis pelo estudo: Dr. Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues, tel. 3409-2328 e Renata Lane de Freitas Passos, tel. 3786 1702/ 8749-1705 ou com o Comitê de Ética em Pesquisa: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II – 2º andar, sl. 2005 cep. 31270901 - BH/MG; tel.: 34094592; e-mail: coep@prpq.ufmg.br. Você poderá se recusar a participar deste estudo e/ou abandoná-lo a qualquer momento, sem precisar se justificar e sem que isso seja motivo de qualquer tipo de constrangimento para você.

Antes de concordar em participar desta pesquisa e assinar este termo, os pesquisadoress deverão responder todas as suas dúvidas e, se você concordar em participar do estudo, deve ser entregue uma cópia deste termo para você.

Eu discuti os riscos e benefícios de minha participação no estudo com os pesquisadores responsáveis. Eu li todo o documento e tive tempo suficiente para considerar minha participação no estudo. Eu perguntei e obtive as respostas para todas as minhas dúvidas. Eu sei que posso me recusar a participar do estudo ou que posso abandoná-lo a qualquer momento, sem qualquer tipo de constrangimento. Eu recebi uma cópia deste documento que foi assinado em duas vias idênticas. Portanto, forneço o meu consentimento para participar dos experimentos do estudo “*Estudo da fadiga e das respostas termorregulatórias em idosos durante caminhada/corrida de intensidade autorregulada sob o sol*”.

Belo Horizonte _____ de _____ de 20 _____

Assinatura do voluntário: _____
Nome:

Assinatura da testemunha: _____
Nome:

Declaro que, dentro dos limites de meus conhecimentos científicos, expliquei os objetivos e procedimentos dos exames de triagem deste estudo para o voluntário.

Renata Lane de Freitas Passos
Mestranda em Ciências do Esporte – EEEFTO/ UFMG

Dr. Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues
Professor Titular – EEEFTO/ UFMG

Este estudo foi aprovado pelo Programa de Pós-graduação em Ciências do Esporte da UFMG e pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da UFMG. Qualquer consideração ou reclamação, entre em contato com o COEP /UFMG: Av. Antônio Carlos, 6627. Unidade administrativa II, 20 andar, Sala 2005. Campus Pampulha, Belo Horizonte, MG. CEP 31270 901. Tel.: 3409 4592. E-mail: coep@prpq.ufmg.br.

APÊNDICE C – FORMULÁRIO PARA REGISTRO ALIMENTAR

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS / EEFPTO – LAFISE

Projeto: *Estudo da fadiga e das respostas termorregulatórias em idosos durante caminhada/corrida de intensidade autorregulada sob o sol.*

Mestranda: Renata Lane de Freitas Passos

Orientador: Dr. Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues

Orientações para o voluntário

- Evite o uso de qualquer tipo de medicamento ou suplementos durante a participação no estudo. Se utilizar, avisar ao responsável pelo estudo.
- Um dia antes de cada sessão experimental, você deverá se abster da ingestão de álcool, caféina e exercícios extenuantes (principalmente com os membros inferiores).
- Nos dois dias anteriores à primeira situação experimental, caberá a você fazer um “*Registro Alimentar*” (em uma planilha que será fornecida pelos pesquisadores); anotando a hora, o tipo e a quantidade de alimento ingerido. Esse registro servirá para você replicar a mesma alimentação nos dois dias anteriores às demais sessões experimentais.
- Evite realizar atividades físicas antes dos experimentos, como andar de bicicleta ou fazer caminhadas longas.
- **No dia de cada experimento, faça um lanche reforçado por volta das 10h da manhã, pois os testes serão às 12h e esta será sua última refeição antes da corrida.**
- Durma bem na noite anterior ao experimento.

AGENDA DE PARTICIPAÇÃO NO ESTUDO:

· Dia 1: Medidas antropométricas, teste máximo e familiarização

Data e horário: ___/___/___ às ___:___ horas [vir alimentado]

· Dia 2: Sessão experimental

Data e horário: ___/___/___ às ___:___ horas [vir alimentado]

| |
|--|
| MODELO DE PREENCHIMENTO DO REGISTRO ALIMENTAR |
|--|

| <i>Refeição</i> | <i>Alimento</i> | <i>Quantidade</i> |
|------------------------|--|--|
| Café da manhã (07h) | Leite integral Nescau Biscoito água e sal Manteiga Mamão | 1 copo de requeijão 2 colheres de sopa 5 unidades 1 ponta de faca ½ unidade |
| Lanche (10h) | Banana prata | 1 unidade |
| Almoço (12h30min) | Arroz Feijão Filé de peito de frango Alface Tomate Suco de laranja (refresco) | 2 colheres de servir 1 concha média 1 unidade 2 folhas 2 fatias 1 copo de requeijão |
| Lanche (15h) | Pão de sal Queijo mussarela Leite integral Presunto Manteiga | 1 unidade 1 fatia 1 copo de requeijão 1 fatia 1 ponta de faca |
| Lanche (17h) | Suco de Frutas (refresco) Salgado assado (pastel) | 1 copo de requeijão 1 unidade (grande) |
| Jantar (20h) | Arroz Feijão Coxa assada Macarrão à bolonhesa Suco de limão (clight) | 1 colher de servir 1 concha média 1 unidade 4 pegadores 1 copo de requeijão |
| Observações: | | |

