

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO  
HUMANO**

**RESPOSTAS DE SUDORESE DE NADADORES, CORREDORES E  
INDIVÍDUOS NÃO TREINADOS APÓS EXERCÍCIO NO CALOR**

**SIMONE DOSSENA HENKIN  
ORIENTADOR: Profa. Dra. Flávia Meyer**

**Outubro, 2007**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO  
HUMANO**

**RESPOSTAS DE SUDORESE DE NADADORES, CORREDORES E  
INDIVÍDUOS NÃO TREINADOS APÓS EXERCÍCIO NO CALOR**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências do Movimento Humano da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Profa. Dra. Flávia Meyer

**SIMONE DOSSENA HENKIN**

**Porto Alegre, 2007**

*"A sabedoria não vem automaticamente com a idade. Nada vem - exceto rugas. É verdade, alguns vinhos melhoram com o tempo, mas apenas se as uvas eram boas em primeiro lugar."*

## RESUMO

A concentração de eletrólitos no suor e a taxa de sudorese estão bem descritas em atletas que treinam na terra e em não atletas. Embora exista alguma pesquisa acerca das respostas termorregulatórias de nadadores, não foi encontrada alguma que tenha verificado a concentração eletrolítica no suor. O objetivo deste estudo foi comparar a taxa de sudorese e a composição eletrolítica no suor de nadadores, corredores e não atletas. Dez nadadores ( $23 \pm 3$  anos,  $179 \pm 6$  cm,  $75 \pm 7$  kg), dez corredores ( $26 \pm 3$  anos,  $178 \pm 4$  cm,  $74 \pm 7$  kg) e dez não atletas ( $26 \pm 3$  anos,  $178 \pm 6$  cm,  $79 \pm 8$  kg) pedalarão em um ciclo ergômetro (CYBEX, The bike, USA) por 30 min a  $32^{\circ}\text{C}$  e 60% de umidade relativa. O esforço estabelecido foi de 10% abaixo do segundo limiar anaeróbico. O suor foi coletado por meio de adesivos absorventes (Tegaderm 3582, 3M, Neuss, Germany) colocados na escápula direita após a limpeza apropriada da pele. Após o término do exercício, os adesivos foram colocados em uma seringa e o suor colocado em um tubo. As concentrações de sódio ( $\text{Na}^+$ ), cloro ( $\text{Cl}^-$ ) e potássio ( $\text{K}^+$ ) no suor foram analisadas através de um seletor de ions (AVL 9180). Média e desvio padrão foram calculados através da estatística descritiva. As diferenças foram estabelecidas usando ANOVA fatorial e teste post hoc de Tukey. A taxa de sudorese foi maior no grupo dos corredores. As concentrações de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  foram menores no grupo dos corredores do que nos outros grupos. A concentração de

$K^+$  não mostrou diferença entre os grupos. As concentrações eletrolíticas do suor dos corredores estão de acordo com os valores previamente publicados para atletas. No entanto, as concentrações de  $Na^+$  e  $Cl^-$  no suor dos nadadores foram similares as dos não atletas, provavelmente porque a regulação da sudorese dentro da água é diferente daquela que ocorre fora dela.

Palavras chaves: glândula sudorípara, concentração eletrolítica no suor, aclimatização

## ABSTRACT

Sweat electrolyte concentration and sweat rate have been reported in athletes trained on land and in nonathletes. Although there is some research on thermoregulatory responses in swimmers, none of them have addressed the sweat electrolyte concentration.

The purpose of this study was to compare sweat electrolyte concentration and sweat rate among swimmers runners and non-athletes.

Ten swimmers (age  $23 \pm 3$  years, height  $179 \pm 6$  cm, body mass  $75 \pm 7$  kg), 10 runners (age  $26 \pm 3$  years, height  $178 \pm 4$  cm, body mass  $74 \pm 7$  kg) and 10 nonathletes (age  $26 \pm 3$  years, height  $178 \pm 6$  cm, body mass  $79 \pm 8$  kg) cycled on a eletromagnetic-braked ergometer (CYBEX, The bike,USA) for 30 min at  $32^{\circ}\text{C}$  and 60% relative humidity. The work rate was set at 10% below second anaerobic threshold. Sweat was collected by absorbent patches (Tegaderm 3582, 3M, Neuss, Germany) from the scapula. All patches were placed on the right hand side of the body after appropriate cleaning of the skin. After exercise was completed, patches were set into a syringe and sweat was squeezed in a tube. Sweat was analysed for sodium ( $\text{Na}^+$ ), chloride ( $\text{Cl}^-$ ) and potassium ( $\text{K}^+$ ) concentration by ion selector (AVL, 9180). Mean and SD are given as descriptive statistics. Differences were established using ANOVA factorial and Tukey post hoc test. Sweat rate of runners were higher than that of swimmers and nonathletes.  $\text{Na}^+$  and

$\text{Cl}^-$  concentrations of sweat in the runners group were different from that of the swimmers and nonathletes.  $\text{K}^+$  concentration did not show difference among the 3 groups. Sweat electrolyte concentrations of runners were within the normal range for athletes. However, sweat  $\text{Na}^+$  and  $\text{Cl}^-$  concentrations of swimmers were more similar to that of nonathletes, and this is probably because regulation of sweating during exercise in water is different from that during exercise on land.

Keywords: sweat gland, sweat ion concentration, acclimatization

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho teria sido impossível de ser realizado sem a participação de algumas pessoas, as quais eu gostaria de agradecer profundamente.

- Aos meus pais, Paulo Francisco Henkin e Mirta Dossena, pelo amor e carinho dedicados a minha educação;
- A Prof<sup>ª</sup>. Dra. Flávia Meyer, minha orientadora, por me guiar neste projeto e pelo seu suporte constante;
- Ao Marco, por toda força e apoio, não somente para a realização deste trabalho como também para outras conquistas;
- Ao professor Dr. Luis Fernando Martins Krueel pelo incentivo e pela disponibilidade, desde a minha entrada neste Programa;
- Ao colega e grande amigo Márcio por tudo. Pela ajuda, pelo conhecimento, pelas risadas, pelos desabafos;
- Aos amigos Mariana e Bruno pela ajuda nas coletas;
- Ao colega e amigo Jerri Ribeiro, por toda a ajuda e conhecimento compartilhados durante a elaboração e o desenvolvimento deste trabalho;

- A todos os voluntários, corredores, nadadores e não atletas, que literalmente deram o suor por esta pesquisa;
- Ao colega Daniel Geremia pela disponibilização dos nadadores;
- Aos amigos Renato Frajndlich e Luciana Martins pela grande contribuição para o início e para o desenvolvimento deste trabalho;
  
- Ao Matias pela consultoria estatística;
- Ao amigo Ricardo pela incansável dedicação;
- Ao grande amigo e colega Arthur Sacramento;
- Aos colegas Jocelito Martins e Douglas Delgado;
- A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para o engrandecimento do meu conhecimento, da minha cultura, e principalmente por acreditarem em mim.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>11</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>12</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1Objetivos.....</b>	<b>15</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>16</b>
2.1 Termorregulação.....	17
2.2 Termorregulação e exercício.....	21
2.3 Glândula sudorípara.....	23
2.3.1 Suor.....	26
1.1 Efeito do treinamento físico aeróbico e da aclimatização ao calor sobre sudorese.....	30
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>35</b>
3.1 Caracterização da investigação.....	36
3.2 População e amostra.....	37
3.3 Procedimentos.....	39
3.3.1 Primeira Sessão.....	40
3.3.1.1 Teste máximo.....	41
3.3.1.2 Determinação dos limiares ventilatórios.....	42

3.3.2 Segunda sessão.....	43
3.4 Análise estatística.....	45
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>46</b>
<b>5. DISCUSSÃO.....</b>	<b>50</b>
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>55</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>57</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>72</b>

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1- camada da pele e a localização da glândula sudorípara.....24

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características físicas e fisiológicas de nadadores, corredores e não atletas.....47

Tabela 2 - Taxa de sudorese e concentração de eletrólitos no suor (mmol.l<sup>-1</sup>) de nadadores, corredores e não atletas.....48

Tabela 3 - Perda de eletrólitos por hora.....49

## 1. INTRODUÇÃO

O treinamento de *endurance* altera as respostas de sudorese, embora seja difícil de isolar seus efeitos dos efeitos da aclimatização ao calor. O treinamento de *endurance* aumenta a taxa de sudorese e diminui  $[Na^+]$  e  $[Cl^-]$  no suor de atletas que treinam em terra (MCLELLAN, 2001; AOYAGI, MCLELLAN, SHEPHARD, 1994, MCMURRAY e HORVATH, 1979; COYLE, 2000; MCLELLAN, 2001). O processo de aclimatização – i.e. um aumento da tolerância ao calor durante o exercício ou quando em contato com climas quentes (ARMSTRONG e MARESH, 1991) – também resulta em mudanças na taxa de sudorese e na concentração de eletrólitos no suor (ALLAN e WILSON, 1971) . As mudanças nas respostas de sudorese devido a combinação do treinamento de *endurance* e da aclimatização otimizam as adaptações à sudorese (AVELLINI *et al.*, 1982; ARMSTRONG *et al.*, 1987, PATTERSON, GALLOWAY, NIMMO, 2000; VIMIEIRO-GOMES *et al.*, 2005; SHIRREFFS *et al.*, 2005; ARMSTRONG e MARESH, 1991).

Devido ao ambiente de treinamento, as respostas de sudorese de nadadores podem ser diferentes daquelas de atletas treinados em terra (GISOLFI e ROBINSON, 1969; NADEL *et al.*, 1974; ALLEN, 1977). Nadadores, mesmo treinando rigorosamente, podem não desenvolver a mesma magnitude de

adaptações à sudorese pois o treinamento na água facilita a perda de calor por condução, limitando a sudorese (AVELLINI, *et al.*, 1982; KONDO *et al.*, 1995). Isso implica em diferenças na resposta de sudorese quando comparados a atletas treinados em terra. Até mesmo esquiadores, que treinam no frio, mostraram uma maior taxa de sudorese durante o estresse térmico quando comparados com nadadores (HENANE, FLANDROIS, CHARBONNIER, 1977). Essa diferença provavelmente seria maior se os nadadores fossem comparados com atletas que treinam no calor.

Existe pouca informação sobre as respostas de sudorese em nadadores. A maioria das informações acerca das respostas de sudorese de atletas envolve sujeitos treinados em terra. Não foi encontrado nenhum estudo sistemático sobre a taxa de sudorese e composição do suor de corredores, nadadores e não atletas após exercício realizado sob as mesmas condições ambientais e intensidade. As possíveis diferenças nas respostas de sudorese entre nadadores e atletas que treinam em terra provavelmente aparecem durante o exercício realizado fora da água.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Geral**

- Comparar as respostas de sudorese de nadadores, corredores e não atletas após 30 minutos de exercício contínuo em cicloergômetro realizado no calor.

### **1.1.1 Específicos**

- Verificar a taxa de sudorese de nadadores, corredores e não atletas após 30 minutos de exercício contínuo em cicloergômetro realizado no calor.
- Verificar a concentração de eletrólitos no suor de nadadores, corredores e não atletas após 30 minutos de exercício contínuo em cicloergômetro realizado no calor.
- Verificar a perda de eletrólitos no suor de nadadores, corredores e não atletas.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

## 2.1 Termorregulação

A temperatura corporal encontra-se em constante equilíbrio, e assim é mantida pela integração de diversos mecanismos que são dirigidos a balancear a quantidade de calor corporal produzida pela quantidade de calor perdida (MC ARDLE, KATCH, KATCH, 1998; HAVENITH, 1999; WILMORE e COSTIL, 2001).

A termorregulação implica em uma série de processos fisiológicos dirigidos a manter constante a temperatura interna do corpo, de maneira que esse não sofra mudanças extremas ao ser exposto a condições de diferentes cargas térmicas metabólicas ou ambientais (CORSINO; LOPEZ; PEREZ, 1994).

A temperatura interna ou central oscila de 36,6°C a 37,1°C e a externa (da pele) de 32°C a 35,5°C (PRECHT *et al.*, 1973). Quando o ganho de calor corporal ultrapassa sua perda, por exemplo, durante um exercício contínuo, a temperatura interna sobe. Em um meio ambiente frio, a perda de calor pode ultrapassar sua produção fazendo com que a temperatura interna caia (MC ARDLE; KATCH e KATCH, 1998; HAVENITH, 1999; WILMORE e COSTILL, 2001). Esse balanço pode ser descrito como:

Calor armazenado = calor produzido – calor perdido (condução + radiação + convecção + evaporação + respiração) (HAVENITH, 1999).

Existe uma diferença entre a temperatura externa e interna. Assim, a temperatura cerebral média de um indivíduo em repouso é consideravelmente maior do que a temperatura timpânica (MARIK, BONDYRA e PICKARSKA, 1993). O ideal é que a diferença entre a temperatura interna e externa seja cerca

de 4°C no repouso (ASTRAND *et al.*, 2003). A temperatura da pele reflete informações térmicas periféricas e as temperaturas esofágica e retal refletem informações térmicas centrais (SAWKA, 1992). Receptores térmicos centrais e periféricos enviam sinais aos centros termorregulatórios hipotalâmicos onde as informações serão processadas para o controle da temperatura.

O corpo humano pode tolerar uma variação de cerca de 4°C na sua temperatura interna sem prejuízos das capacidades físicas e mentais. Maiores variações na temperatura corporal afetam estruturas celulares, enzimas, numerosos processos físicos e reações químicas dependentes da temperatura (MAUGHAN e SHIRREFFS, 2004).

O aumento da temperatura corporal é mais perigoso do que sua queda, já que se pode proteger mais facilmente do resfriamento do que do aquecimento (ASTRAND *et al.*, 2003). Conseqüentemente, o mecanismo controle para a regulação da temperatura corporal é particularmente direcionado para proteger o corpo contra o superaquecimento (HARDY, 1967).

A produção de calor é determinada pela sua atividade metabólica (NIELSEN, 1978). No repouso, o calor produzido é resultado das funções corporais básicas, por exemplo, respiração e suprimento de oxigênio e nutrientes para as células. Quando em movimento, a necessidade de oxigênio e nutrientes para os músculos ativos aumenta resultando em maior atividade metabólica. Segue-se, então, uma série de ajustes fisiológicos para evitar que a temperatura aumente de consideravelmente. É o hipotálamo – principalmente através da temperatura do sangue que o perfunde - o desencadeador de respostas que protegem o organismo do acúmulo ou da perda de calor (BOULANT, 1998). Os

termorreceptores – receptores sensoriais – detectam as alterações da temperatura corporal e enviam essas informações ao hipotálamo (WILMORE e COSTILL, 2001).

O calor corporal é distribuído pelas diversas regiões corporais através da circulação sanguínea e é levado à superfície corporal. Para a permuta do calor com o ambiente, existem mecanismos específicos (INOUE, KUWAHARA, ARAKI, 2004). Dentro da água, a condução torna-se um mecanismo relevante. Envolve a transferência direta de calor através de um líquido, sólido ou gás de uma molécula para outra.

A intensidade da perda de calor por condução depende do gradiente de temperatura entre a pele e as superfícies adjacentes e de suas qualidades térmicas. A *convecção* é caracterizada pela transferência do calor da pele para o ar ou para qualquer fluido – normalmente mais frio que a pele - através da passagem do mesmo. A troca de calor por *radiação* também pode ser significativa. Quando existe diferença entre a temperatura da superfície corporal e a temperatura do ambiente, o calor será trocado por radiação. A outra via para dissipação de calor é a *evaporação* do suor (INOUE, KUWAHARA, ARAKI, 2004). Grande quantidade de calor será dissipada através da evaporação do suor da pele (MC ARDLE, KATCH e KATCH, 1998; HAVENITH, 1999). Uma quantidade pequena de calor também pode ser perdida através da respiração (FIALA, LOMAS, STOHRER, 1999).

A capacidade do corpo de reter ou perder calor para o ambiente está relacionada com três fatores ambientais externos como (HAVENITH, 1999; SAAT *et al.*, 2005):

### Temperatura do ar

Quanto maior a temperatura do ar, menos o corpo poderá perder calor por convecção, condução e radiação. Se a temperatura do ambiente aumenta acima da temperatura da pele, o corpo irá ganhar calor, ao invés de perder.

### Umidade do ar

A quantidade de umidade relativa presente no ar determina quanto de suor será evaporado para o ambiente. Normalmente, a umidade da pele será maior que a do ambiente, tornando possível a perda de calor por evaporação.

### Velocidade do vento

A magnitude do movimento do ar afeta tanto a convecção quanto a evaporação. Quanto maior for a velocidade do vento, maior será a troca de calor através de ambos os mecanismos.

## 2.2 Termorregulação e exercício

O processo de contração e relaxamento dos músculos - decorrentes da realização de um exercício sistêmico - é termogênico, inerentemente leva ao aumento da produção de calor corporal. Durante a atividade física, grande parte da energia produzida é liberada na forma de calor, que precisa ser dissipado, do contrário, o corpo irá aquecer-se a níveis letais (HAVENITH, 1999). No exercício intenso e prolongado, a taxa metabólica pode aumentar de 20 a 25 vezes acima do nível basal o que seria suficiente para aumentar a temperatura corporal em 1°C a cada 5 minutos (NADEL, FORTNEY, WENGER, 1980). A produção de calor durante o exercício é de 15 a 20 vezes maior do que no repouso (NADEL *et al.*, 1974), mas o organismo, através de mecanismos termorregulatórios consegue manter sua temperatura corporal em torno de 37°C.

Quanto maior a intensidade do exercício, maior será a quantidade de calor produzido (ASTRAND *et al.*, 2003). Logo, os reflexos termorregulatórios serão ativados a fim de reduzir o calor corporal e manter a homeostase para a proteção do sistema nervoso central (MC ARDLE, KATCH, KATCH, 1998; GARRETT e KIRKENDALL, 2000).

As respostas cardiovasculares ao exercício em um ambiente quente envolvem o aumento progressivo na redistribuição do volume sanguíneo central para a circulação cutânea com o objetivo de aumentar a perda de calor por convecção e evaporação, resultando em menos retorno venoso, volume de ejeção, pressão venosa central e pressão arterial média (ROWELL *et al.*, 1986). Há um aumento do débito cardíaco e uma redistribuição do fluxo

sanguíneo (WILMORE e COSTILL, 2001). A partir de um determinado débito cardíaco, a pele e os músculos ativos competem para receber o maior direcionamento do fluxo sanguíneo (WYNDHAM, 1973; NIELSEN, 1978; DIMRI *et al.*, 1980).

Durante o estresse térmico, a evaporação do suor é vital para a termorregulação. As taxas de sudorese podem chegar a 3,7 l/h (ARMSTRONG e MARESH, 1991) e > 10ml/min por glândula (SATO e SATO, 1983). A perda do suor reduz o volume plasmático e o retorno venoso e ao mesmo tempo é necessário que haja um aumento do débito cardíaco para a maior transferência de calor para a pele (SHIBASAKI, WILSON e CRANDALL, 2006).

Outros fatores como massa corporal, massa magra, percentual de gordura corporal, superfície de área corporal, roupas e ambiente podem afetar a termorregulação (GODEK *et al.*, 2006). O tecido adiposo tem uma menor capacidade de armazenar calor do que o tecido magro, como sangue, músculos, água e ossos. Assim, indivíduos com maior percentual de gordura corporal apresentam menor capacidade de armazenar calor corporal (McLELLAN, 2001) e, por conseguinte, o aumento mais rápido na temperatura interna.

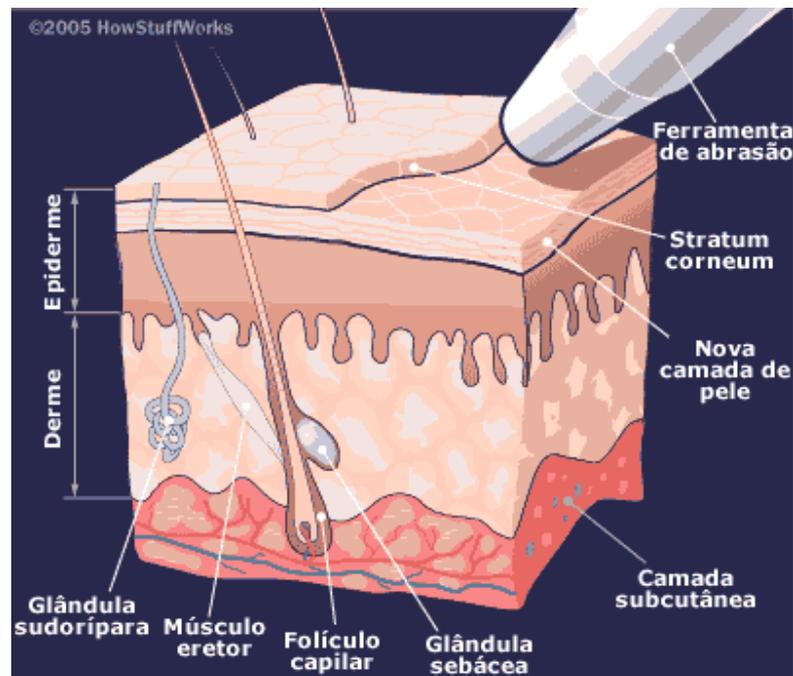
### **2.3 Glândula sudorípara**

A pele é constituída por 3 camadas: epiderme- a mais superficial, formada por várias camadas de células que formam um epitélio estratificado; derme- formada por colágeno e fibras elásticas, onde se situam estruturas vasculares, nervosas e glândulas sebáceas, sudoríparas e folículos pilosos; hipoderme- a mais profunda, compõe-se de tecido adiposo (SATO, 1977) (FIGURA 1).

A epiderme, por sua vez, é formada por quatro camadas. A camada germinativa ou basal, a mais profunda, é constituída por dois tipos de células, as células basais e os melanócitos. Acima desta camada encontra-se a camada malphigiana, ou espinhosa, que é formada por células escamosas ou espinhosas. A próxima camada é a camada granulosa. A última e mais superficial das camadas é a camada córnea, ou estrato córneo, formada por células epidérmicas anucleadas, com membranas celulares espessas (SAMPAIO, 2000).

**FIGURA 1**

Desenho de um corte da pele mostrando as suas camadas e a localização da glândula sudorípara



As glândulas sudoríparas são divididas em dois tipos: as apócrinas e as écrinas. As glândulas écrinas, que são as mais numerosas, e são as principais responsáveis pela produção do suor e têm grande importância na regulação da temperatura corporal, principalmente durante o exercício no calor (SHIBASAKI, WILSON e CRANDALL, 2006). As glândulas apócrinas, são encontradas principalmente nas axilas, regiões genitais e ao redor dos mamilos (SAMPAIO, 2000).

O número total de glândulas sudoríparas ativas parece ser dependente do clima do local onde o indivíduo habita (SAAT *et al.*, 2005) e pode variar de 1,6 a 4 milhões estando as mais ativas localizadas na testa, nos membros superiores e

no tronco e membros inferiores, respectivamente (SHIBASAKI, WILSON e CRANDALL, 2006).

### 2.3.1 Suor

A formação do suor se dá através de sua secreção pelo ducto secretor, seguido da absorção parcial de NaCl e água pelo ducto reabsortivo. Quando liberado na pele, o suor é hipotônico em relação ao plasma (QUINTON e TORMEY, 1976). O suor é formado pela secreção ativa de  $\text{Na}^+$  com difusão de água através da membrana. O  $\text{Na}^+$  entra na célula com  $\text{Cl}^-$  e é expelido em troca de  $\text{K}^+$  (BUONO, BALL, KOLKHORST, 2007)

A reabsorção de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  no ducto reabsortivo na troca por  $\text{K}^+$  ocorre através da bomba de  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ . A enzima ativada nesse transporte,  $\text{Na}^+$ - $\text{K}^+$  ATPase, foi identificada por sua inibição com ouabain (QUINTON e TORMEY, 1976; SAGA e SATO, 1992). A aldosterona age estimulando a reabsorção de  $\text{Na}^+$ , similar ao seu papel nos rins (COLLINS, 1966).

Foi demonstrado, através do suor induzido por fármacos, que  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  em indivíduos saudáveis aumenta com a idade; a concentração de  $\text{Na}^+$  no suor de adultos apresenta aproximadamente  $60 \text{ mEq} \cdot \text{l}^{-1}$ , com homens apresentando mais  $\text{Na}^+$  e menos  $\text{K}^+$  no suor quando comparados com mulheres (MEYER *et al.*, 1992). A quantidade de  $\text{Cl}^-$  encontrada no suor é aproximadamente  $30 \text{ mEq} \cdot \text{l}^{-1}$  (DILL *et al.*, 1967).

À medida que o suor passa através do ducto da glândula sudorípara, o  $\text{Na}^+$  e o  $\text{Cl}^-$  são gradualmente reabsorvidos para os tecidos. Durante a sudorese leve, o  $\text{Na}^+$  e o  $\text{Cl}^-$  são reabsorvidos quase totalmente e por isso, esse suor contém muito pouco desses minerais. Entretanto, durante o exercício, o tempo para a reabsorção de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  é menor e como resultado, os conteúdos desses minerais

podem ser consideravelmente mais elevados. Devido ao treinamento e a exposição repetida ao calor, a aldosterona pode estimular fortemente as glândulas sudoríparas, fazendo que elas reabsorvam mais  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ . No entanto, aparentemente esse mecanismo não existe para conservar os outros eletrólitos. O  $\text{K}^+$ , o  $\text{Ca}^+$  e o  $\text{Mg}$  não são reabsorvidos pelas glândulas sudoríparas e, conseqüentemente, são encontrados na mesma concentração tanto no suor quanto no plasma, tanto em atletas como em indivíduos não treinados (WILMORE e COSTILL, 2001).

Outros solutos encontrados no suor são lactato e amônia ( $\text{NH}_3$ ). O lactato é produzido na porção secretora como produto da glicólise anaeróbia e sua concentração varia de 15 a 20  $\text{mEq}\cdot\text{l}^{-1}$  (SATO e SATO, 1987). A concentração de  $\text{NH}_3$  no suor pode variar de 3,5 a 3,6  $\text{mEq}\cdot\text{l}^{-1}$  (SATO *et al.*, 1990).

A sudorese é um mecanismo de dissipação de calor corporal (SAAT *et al.*, 2005). Em resposta ao estresse térmico, as glândulas sudoríparas écrinas, controladas pelo estímulo do hipotálamo, secretam o suor para umidificar a pele. Ao alcançar a pele, o suor quando evaporado resulta em um efeito de esfriamento. A seguir, a pele resfriada, reduz a temperatura do sangue que foi desviado do interior para a superfície (KONDO *et al.*, 2001). Durante a realização do exercício fora da água, a evaporação do suor é uma das principais formas de dissipação do calor corporal (SATO *et al.*, 1990) e é elicitada por fatores locais e por estímulo hipotalâmico que recebe informações aferentes de receptores térmicos (RODRIGUES *et al.*, 2006).

A regulação da secreção do suor é resultado da interação da temperatura interna com a temperatura da pele (BULLARD, 1971). Fatores individuais como a

aclimatização e o condicionamento físico afetam o tipo de suor secretado (BUONO, BALL, KOLKHORST, 2007).

Bullard (1971) ressaltou a importância da temperatura local da pele na determinação da taxa de sudorese e sugeriu que seu efeito estava relacionado à temperatura interna por algum mecanismo multiplicativo. O efeito da temperatura da pele na taxa de sudorese local foi descrito por Bullard (1971) como uma relação não linear, com incrementos na taxa de sudorese relacionado ao aumento da temperatura local. Segundo esse autor, o efeito local ocorre fora do centro integrador, provavelmente próximo às glândulas sudoríparas como resultado da dependência da temperatura da liberação de substâncias transmissoras por impulso neural na junção neuroglandular (BULLARD, BANERJEE e MAC INTYRE, 1967). Ogawa *et al.* (1988) sugeriram que a alta temperatura da pele pode agir em um mecanismo receptor específico de células glandulares aumentando a sensibilidade ao estímulo específico.

A taxa de sudorese é influenciada também por fatores não térmicos (KONDO *et al.*, 2001). A pressão e/ou volume vascular, por exemplo, é um fator que modula a taxa de sudorese (CUI *et al.*, 2005). Nadel *et al.* (1980) identificaram que a hipovolemia aguda diminuía a curva da relação entre taxa de sudorese e temperatura interna comparando-se com condições euvolêmicas. A diminuição da sudorese também foi observada na desativação aguda de barorreceptores, talvez devido a um esforço para manter o balanço de fluídos corporais em resposta a redução do volume sanguíneo central e/ou da pressão sanguínea (CUI *et al.*, 2005).

Para a análise da composição do suor produzido durante o exercício o *patch* (ou adesivo) (PATTERSON; GALLOWAY; NIMMO., 2000) é um método prático que apresenta pouco risco de contaminação. Além disso, não interfere nos movimentos realizados pelos sujeitos.

Além do *patch*, o suor pode ser coletado de várias maneiras: pipetando-se diretamente da pele (QUINTON, 1982), através de cápsulas (SENS, SIMMONS e SPICER, 1985), com gaze (VERDE *et al.*, 1982), com sacos impermeáveis (BOYSEN *et al.*, 1984; FALK *et al.*, 1992) e pelo método washdown (VELLAR, 1968). Algumas limitações são: evaporação da água, contaminação, reabsorção pela pele e vazamento.

A sudorese é a principal via de dissipação de calor durante a realização do exercício no calor (Rodrigues *et al*, 2006). A capacidade do corpo de reter ou de perder o calor em excesso depende, entre outros fatores, do condicionamento aeróbico (AOYAGI, McLELLAN e SHEPHARD, 1994; CHEUNG e McLELLAN, 1998) e da aclimatização (AOYAGI, McLELLAN e SHEPHARD, 1994) do indivíduo.

## **2.4 Efeito do treinamento físico aeróbico e da aclimatização ao calor sobre a sudorese**

A aclimatização e o condicionamento aeróbico são fatores que influenciam a tolerância ao calor durante a realização do exercício e levam a adaptações como a alta taxa de sudorese, baixa frequência cardíaca, baixas temperaturas internas durante o exercício e pré-exercício e baixa percepção do esforço (WYNDHAM, 1973; CHEUNG E MCLELLAN, 2000; SAAT *et al.*, 2005).

Exposições repetidas ao calor resultam em adaptações fisiológicas que reduzem o impacto das condições ambientais durante a realização do exercício. A magnitude da adaptação ao calor está relacionada com a quantidade de calor a qual o indivíduo é exposto e com a presença, duração e intensidade do exercício (MAUGHAN E SHIRREFFS, 2004).

Existem duas maneiras de alcançar as adaptações fisiológicas ao calor: a aclimatização e a aclimatação (MAUGHAN E SHIRREFFS, 2004). A aclimatização ao calor refere-se à adaptação natural que ocorre por meses e anos de exposição ao calor, quando o indivíduo mora em um local de clima tropical. A aclimatação ao calor desenvolve-se durante dias ou semanas através de repetidas exposições ao calor, suficientemente quentes para elevar a temperatura corporal e provocar a sudorese.

As adaptações fisiológicas que acompanham a aclimatização incluem aumento do volume sanguíneo, do débito cardíaco, do volume de ejeção e da taxa de sudorese. Diminuição da frequência cardíaca de exercício e de repouso, da temperatura corporal e da produção metabólica de calor (WYNDHAM, 1973),

diminuição de eletrólitos no suor (ARMSTRONG e MARESH, 1991) e do limiar de início da sudorese durante o exercício (PATTERSON, GALLOWAY, NIMMO, 2000; MACHADO-MOREIRA *et al.*, 2005) Tais adaptações reduzem o acúmulo de calor e aumentam a tolerância ao exercício em ambientes quentes (RODRIGUES *et al.*, 2006).

Um dos tradicionais índices de aclimatização é uma menor temperatura interna durante a exposição ao calor, quando comparada com valores anteriores a mesma (BRUCK e OLSCHESKI, 1987). O primeiro mecanismo fisiológico responsável pela atenuação da temperatura interna é a redução do acúmulo de calor através de melhores mecanismos de perda do mesmo (BUONO, HEANEY e CANINE, 1998). Embora isso seja claro para aclimatização ao calor seco, o potencial para a melhora da evaporação em ambientes quentes e úmidos é reduzido (GONZALEZ, PANDOLF e GAGGE, 1974). Mesmo com essas limitações, estudos (WYNDHAM, 1973; SHVARTZ *et al.*, 1979) que aclimataram sujeitos em condições de calor e umidade, mostram reduções na temperatura interna durante a exposição ao calor quando comparada com dados da pré aclimatação.

Alguns estudos (FOX *et al.*, 1974; GARDEN, WILSON e RASCH, 1966) reportam que ocorre a redução na temperatura retal de repouso após aclimatização ao calor. Outros (ROBERTS *et al.*, 1977; NADEL, ROBERTS e WENGER, 1980) mostraram que os limiares para o início da sudorese e para a vasodilatação cutânea são significativamente reduzidos seguido a aclimatização ao calor.

A taxa de sudorese também é modificada pelo grau de aclimatização ao calor (MACHADO-MOREIRA *et al.*, 2005; RODRIGUES *et al.*, 2006). Sabe-se que indivíduos aclimatizados apresentam maior taxa de sudorese do que os não treinados. A literatura revela um maior grau de sudorese entre nativos de climas tropicais com uma menor concentração Na<sup>+</sup> no suor do que em nativos de climas temperados (HORI, SUJITA, YOSHIMURA, 1976). Outro estudo sobre as respostas de sudorese mediante ao calor entre indivíduos de clima temperado e de clima tropical mostrou que os indivíduos de clima tropical iniciavam a suar antes (MATSUMOTO *et al.*, 1993). Além desse, muitos autores demonstraram diferenças entre nativos de climas tropicais e não tropicais (KUNO, 1956; FOX *et al.*, 1974; HORI, SUJITA, YOSHIMURA, 1976).

O treinamento físico também altera as respostas de sudorese durante o estresse térmico tanto aumentando a produção de suor e o fluxo sanguíneo cutâneo quanto fazendo com que a sudorese inicie em temperaturas corporais mais baixas. Uma alta capacidade cardiorespiratória e a aclimatização ao calor diminuem a temperatura interna e prolongam o tempo de exercício (SELKIRK e McLELLAN, 2001).

Um dos efeitos de um bom condicionamento físico durante o estresse térmico é a tolerância à temperatura interna até a exaustão. Piwonka *et al.* (1965) mostraram que corredores não atingiam o mesmo nível de estresse fisiológico quando comparados com indivíduos não treinados, durante o exercício no calor. Assim como no estudo de Selkirk e McLellan (2001), a diferença da temperatura de indivíduos com diferentes capacidades cardiorespiratórias chegou a ser de 0,9°C. Um estudo transversal (CHEUNG e McLELLAN, 1998) mostrou que

indivíduos com uma melhor capacidade aeróbia exercitam-se por mais tempo do que indivíduos com capacidade aeróbia menor, devido a uma menor temperatura retal, tanto no repouso quanto no final do exercício.

O treinamento de endurance em climas temperados mostrou diminuir a temperatura retal de repouso (SHVARTZ *et al.*, 1979). No estudo de Buono, Heaney e Canine (1998), a temperatura retal de repouso e no final do exercício dos sujeitos diminuiu após 7 dias de aclimação ao calor úmido. Shvartz *et al.* (1979) mostraram uma diminuição de 0,6°C na temperatura retal no final do exercício após 8 dias de aclimação ao calor. Esses resultados suportam a observação de que, após a aclimatização, a temperatura interna parece manter-se mais baixa.

No entanto, parece que essas respostas dependem das características de transferência de calor do ambiente (GISOLFI e ROBINSON, 1969). Indivíduos que treinam em água fria não apresentam melhoras na tolerância ao calor, pois o treinamento não aumenta a temperatura interna (STRYDOM e WILLIAMS, 1969).

Normalmente, os pesquisadores selecionam ambientes que favorecem a evaporação do suor para avaliar as respostas fisiológicas antes e após o exercício realizado no calor. Pouco se conhece acerca dessas respostas em indivíduos que treinam na água. Durante a imersão, perde-se calor principalmente por condução e convecção e através destes mecanismos o corpo perde calor mais rápido do que em terra (WILMORE e COSTILL, 2001), fazendo com que o estímulo para a sudorese seja baixo. Dessa forma, pode-se pensar que quando indivíduos atingem melhor condicionamento aeróbico através da natação podem não ser

aclimatizados quanto indivíduos que treinam fora da água (AVELLINI *et al.*, 1982; McMURRAY e HORVATH, 1979).

Nadadores e corredores, devido ao diferente ambiente de treino, podem responder diferentemente à sudorese. Os corredores desenvolvem um determinado grau de aclimatização ao calor, pois o treinamento resulta na elevação da temperatura corporal, no aumento da produção de suor e no aumento do fluxo sanguíneo cutâneo. Já os nadadores, mesmo treinando rigorosamente, podem não desenvolver a mesma magnitude de aclimatização ao calor, pois o ambiente onde treinam facilita sua dissipação já que a perda de calor por convecção e condução é muito maior na água do que na terra. De fato, alguns estudos mostram o baixo grau de aclimatização de indivíduos treinados na água quando comparados àqueles treinados em terra (PIWONKA, *et al.*, 1965; HENANE, FLANDROIS, CHARBONNER, 1977). Kondo *et al.* (1996) mediram a taxa de sudorese na escápula de atletas treinados na terra e na água. Os atletas treinados em terra apresentaram uma taxa de sudorese significativamente maior ( $1,552 \pm 0,12 \text{ mg.cm}^{-2}$ ) do que os atletas treinados na água ( $1,221 \pm 0,11 \text{ mg.cm}^{-2}$ ). McMurray e Horvath (1979) compararam as respostas termorregulatórias de jogadores de pólo aquático e corredores durante o exercício na água. Os nadadores apresentaram menor taxa de sudorese ( $492 \pm 99 \text{ g/30min}$ ) do que os corredores ( $714 \pm 100 \text{ g/30min}$ ).

### **3. METODOLOGIA**

### **3.1 Caracterização da investigação**

O presente estudo trata-se de uma pesquisa descritiva comparativa *ex-post- facto* através da qual se verificou as respostas de sudorese de nadadores, corredores e não atletas.

### 3.2 População e Amostra

A população foi composta de atletas, nadadores e corredores, e um grupo de indivíduos não treinados, na faixa etária de 18 a 30 anos, residentes no estado do Rio Grande do Sul.

A amostra foi composta por 30 indivíduos (10 nadadores, 10 corredores e 10 indivíduos não treinados), do sexo masculino, formando três grupos distintos. Todos os participantes foram recrutados voluntariamente e receberam um termo de consentimento (ANEXO 1) informado por escrito no qual foram informados sobre as características, riscos, benefícios e possíveis desconfortos envolvidos na pesquisa. O mesmo foi assinado pelos participantes para que pudessem fazer parte do estudo. Este trabalho foi aprovado pelo do Comitê de Ética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (número 2006604).

#### Critérios de Inclusão

Os atletas possuíam no mínimo 9 anos de prática no seu respectivo esporte (KONDO; NISHIYASU; IKEGAMI, 1995) e estavam treinando no mínimo 5 vezes por semana.

#### Critérios de Exclusão

Os voluntários deste estudo não apresentaram qualquer tipo de doença ou lesão que impedisse a realização da atividade proposta.

Os nadadores foram cedidos por um técnico da área.

Os corredores foram recrutados na equipe de corrida dos *Correios*.

Os indivíduos não treinados foram recrutados na Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e não estavam participando de nenhum tipo de treinamento físico regular há, no mínimo, 6 meses.

### 3.3 Procedimentos

Na entrevista inicial foi aplicado o PAR-Q QUESTIONÁRIO SOBRE PRONTIDÃO PARA ATIVIDADE FÍSICA (ANEXO 2) aos indivíduos não treinados, com o objetivo de excluir aqueles que estivessem em condições impróprias para a realização de atividades físicas. Através de uma anamnese foram identificadas eventuais condições que pudessem interferir nos resultados do estudo, como por exemplo, indivíduos fumantes e/ou que estivessem em tratamento medicamentoso.

Os indivíduos foram orientados a não consumir café e/ou bebidas alcoólicas assim como a não realizarem exercícios físicos nas 24h antecedentes aos testes, e a se apresentaram trajando roupas e calçados adequados para a realização de exercícios físicos.

Esse estudo foi desenvolvido no final do inverno, quando a temperatura média estava entre 16 °C a 24 °C.

Foi solicitado aos sujeitos que compareçam a duas sessões - com intervalo de uma semana entre elas - no Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX).

### **3.3.1 Primeira sessão**

No primeiro dia de comparecimento ao LAPEX, foram realizadas avaliação antropométrica e determinação da potência aeróbia máxima dos sujeitos.

Para a avaliação antropométrica foram realizadas medidas morfológicas externas: estatura (estadiômetro), massa corporal total (balança Filizola), perimetria (fita métrica), somatório das dobras cutâneas (compasso de dobras cutâneas).

Para determinação dos limiares ventilatórios foi realizado um teste de potência aeróbia máxima no ergoespirômetro (Cardio O<sub>2</sub> Medical Graphics) em cicloergômetro.

### 3.3.1.1 - Teste máximo

Os indivíduos que nunca haviam se submetido a um teste ergoespirométrico em cicloergômetro (Cybex, modelo The Bike) passaram por um teste de familiarização aos equipamentos antes de iniciar o estudo.

Os indivíduos foram instruídos a fazer um breve alongamento antes do teste, a seguir foram colocados os aparatos para obtenção da FC (frequencímetro Polar S610) e máscara para coleta de gases que foram analisados no analisador de gases (Medical Graphics, modelo CPX/D).

Então foi realizado um teste de cargas progressivas, em cicloergômetro. O incremento de carga foi igual para os 3 grupos. A carga inicial foi de 50 watts, e teve aumento de 25 watts a cada minuto até a exaustão, sendo assim determinado o  $VO_{2máx}$  dos indivíduos (Lucía, 2000).

Durante o teste, foram registrados os seguintes parâmetros: consumo de oxigênio por minuto ( $VO_2$ ), eliminação de gás carbônico por minuto ( $VCO_2$ ), ventilação por minuto (VE), razão de troca respiratória (RER), tempo e carga.

O critério utilizado para encerrar o teste foi a incapacidade do sujeito de continuar pedalando numa cadência de 60 rpm ou a solicitação voluntária.

Os critérios utilizados para obtenção do  $VO_{2máx}$  foram:

Platô na curva de consumo de oxigênio e ou exaustão.

### 3.3.1.2 Determinação dos limiares ventilatórios

O primeiro limiar ventilatório, ou limiar aeróbio (LA), foi determinado através da análise computadorizada da equação de regressão entre  $\dot{V}O_2$  e  $\dot{V}CO_2$ , conhecido como método de inclinação V (V-Slope), conforme trabalho de Beaver, Wasserman; Whipp (1986).

O segundo limiar ventilatório, ou limiar anaeróbio (Lan), foi determinado usando o critério de aumento no equivalente ventilatório do oxigênio e do gás carbônico ( $\dot{V}E \cdot \dot{V}O_2^{-1}$  e  $\dot{V}E \cdot \dot{V}CO_2^{-1}$ ).

### 3.3.2 Segunda sessão

Uma sessão de exercício submáximo foi executada uma semana após a determinação dos limiares ventilatórios. O exercício foi realizado no calor, em câmara ambiental (Russels) a 32°C e 40% UR.

Antes do início do exercício foi colocado em cada sujeito um frequencímetro. Os indivíduos foram pesados após terem urinado e vestindo apenas o calção que foi utilizado para a realização do teste.

A temperatura corporal foi obtida através de um termômetro timpânico (Termômetro auricular digital Microlife) antes e durante a realização do exercício.

Cada sujeito realizou um aquecimento de 3 minutos (33% da carga alvo) logo após mais 3 minutos (66% da carga alvo) , então chegando à carga alvo onde continuou pedalando até completar o período de 30 minutos, numa intensidade relativa a 10% abaixo do segundo limiar ventilatório. A intensidade foi monitorada durante toda a realização do exercício através do ergoespirômetro.

O suor foi coletado através de *patches* (adesivos) colocados na escápula direita. Antes da colocação dos *patches* a pele foi limpa com água deionizada e seca com gaze esterilizada.

Logo após o exercício, os *patches* foram retirados com o auxílio de uma pinça e colocados em seringas de 10 ml . O suor contido do *patch* foi colocado em um tubo de ensaio através da pressão do êmbolo da seringa e analisado para  $[Na^+]$   $[Cl^-]$  e  $[K^+]$  através de um seletor de íons (AVL, 9180).

Os indivíduos, depois de secos e após terem urinado foram pesados novamente.

Após a pesagem a ingestão de líquidos foi à vontade.

A taxa de sudorese (l/h) foi calculada pela diferença da massa corporal (g) após o experimento dividida pelo tempo de realização do exercício.

### **3.4 Análise estatística**

Os dados foram testados para a normalidade de distribuição e estão apresentados como média  $\pm$  DP. Para comparar as variáveis entre os grupos foi usada análise de variância (ANOVA) seguida do teste post-hoc de Tukey post-hoc. Para comparação do peso corporal pré e pós exercício foi utilizado teste *t* - pareado. As diferenças foram consideradas significativas quando  $p < 0,05$ . Os dados foram analisados através do programa SPSS 13.0.

## **4. RESULTADOS**

Os três grupos foram similares na altura, no peso e no somatório de dobras cutâneas mas diferentes no VO<sub>2</sub>max. Os corredores apresentaram o maior VO<sub>2</sub>max (Tabela 1). A FC (média ± DP) durante a sessão experimental foi de 154 ± 11 bpm, 162 ± 8 bpm, and 127 ± 3 bpm dos nadadores, corredores e não atletas, respectivamente, e foi significativamente menor em não atletas.

Tabela 1. Características físicas e fisiológicas de nadadores, corredores e não atletas.

	Idade (anos)	Altura (cm)	Massa corporal (kg)	Somatório dobras cutâneas* (mm)	Vo <sub>2</sub> max (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )
<b>Nadadores</b>	22,9 ± 3,1	178 ± 5,8	75 ± 10,0	116 ± 44,8	54,2 ± 5,7 <sup>b</sup>
<b>Corredores</b>	25,4 ± 2,9	178 ± 5,8	74 ± 7,8	106 ± 19,8	60,5 ± 5,8 <sup>a</sup>
<b>Não atletas</b>	26,5 ± 2,4	176 ± 5,6	80 ± 11,8	131 ± 39,5	45,2 ± 2,9

\*Tríceps, bíceps, peitoral, axilar, crista ilíaca, subescapular, abdominal, coxa e panturrilha.

Média ± DP.

<sup>a</sup> Maior do que em nadadores e não atletas, p<0,001.

<sup>b</sup> Maior do que em não atletas, p<0,001.

A taxa de sudorese dos nadadores foi menor do que a dos corredores e similar a de não atletas (Tabela 2). Como resultado, os corredores perderam significativamente mais peso do que os nadadores e os não atletas. O peso perdido (kg) pelos nadadores, corredores e não atletas foi de  $0,46 \pm 0,1$ ,  $0,73 \pm 0,1$ , e  $0,27 \pm 0,1$ , respectivamente.

[Na<sup>+</sup>] e [Cl<sup>-</sup>] no suor dos nadadores e dos não atletas foram maiores do que em corredores. [K<sup>+</sup>] foi similar entre os grupos (Tabela 2).

Tabela 2. Taxa de sudorese e concentração de eletrólitos no suor (mmol.l<sup>-1</sup>) de nadadores, corredores e não atletas.

	Concentração de eletrólitos no suor (mmol.l <sup>-1</sup> )			
	Taxa de sudorese (l/h)	Sódio	Cloro	Potássio
<b>Nadadores</b>	$0,9 \pm 0,3$	$65,4 \pm 5,5^a$	$61,2 \pm 8,1^a$	$3,7 \pm 0,3$
<b>Corredores</b>	$1,5 \pm 0,2^b$	$45,2 \pm 7,5$	$38,9 \pm 8,3$	$3,8 \pm 0,4$
<b>Não atletas</b>	$0,6 \pm 0,2$	$67,3 \pm 8,5^a$	$58,3 \pm 9,6^a$	$4,4 \pm 1,1$

Média  $\pm$  DP.

<sup>a</sup>Maior do que em corredores,  $p < 0,001$ .

<sup>b</sup>Maior em corredores,  $p < 0,001$ .

Tabela 3. Perda de eletrólitos por hora (mmol).

	<u>Sódio</u>	<u>Cloro</u>	<u>Potássio</u>
<b>Nadadores</b>	62,4 ± 20,0 <sup>a</sup>	55,1 ± 6,2 <sup>a</sup>	3,3 ± 0,1
<b>Corredores</b>	59,1 ± 17,0 <sup>a</sup>	58,3 ± 7,0 <sup>a</sup>	5,7 ± 0,2
<b>Não atletas</b>	46,0 ± 15,5	35,0 ± 8,3	2,6 ± 0,9

Média ± DP

<sup>a</sup> maior do que em não atletas, p<0,001

## 5. DISCUSSÃO

Este estudo comparou a taxa de sudorese e a concentração de eletrólitos no suor de nadadores, corredores e não atletas, após 30 min de exercício em cicloergômetro no calor. Os principais resultados encontrados foram que os nadadores não suam tanto quanto os corredores e que  $[Na^+]$   $[Cl^-]$  foram similares entre nadadores e não atletas, mas diferente nos corredores.

As diferenças das adaptações de sudorese entre nadadores e corredores foram evidentes. A taxa de sudorese de nadadores foi menor do que a de corredores e similar a de não atletas. A média da taxa de sudorese de 1,5 l/h dos corredores no presente estudo foi similar a valores previamente descritos para corredores sob condições similares de exercício (MILLARD-STAFFORD *et al.*, 1995; GODEK *et al.*, 2005). Outros estudos (MCMURRAY e HORVATH, 1979; AVELLINI *et al.*, 1982; KONDO, NISHIYASU, IKEGAMI, 1995) investigaram as respostas termorregulatórias de nadadores e corredores. No entanto, em nosso conhecimento este foi o primeiro estudo que comparou a taxa de sudorese e a concentração de eletrólitos no suor de nadadores, corredores e não atletas, sob as mesmas condições de exercício e ambientais.

A taxa de sudorese em atletas é maior do que a de indivíduos sedentários (McLELLAN, 2001; MAUGHAN e SHIRREFFS, 2004). Neste estudo, no entanto, a taxa de sudorese dos nadadores não foi maior do que a de não atletas, o que vai de encontro com estudos anteriores (HENANE, FLANDROIS, CHARBONNIER, 1977). A similar taxa de sudorese encontrada nos nadadores e nos não atletas pode ter sido devido ao grau de estresse induzindo a sudorese. Em níveis baixos de estresse térmico pode ser difícil de ser encontrada uma diferença na taxa de sudorese de grupos distintos devido à baixa taxa de sudorese (KONDO *et*

*al.*,1995). Essas diferenças seriam melhores esclarecidas com um aumento no estímulo para a sudorese em níveis mais elevados de estresse térmico.

A taxa de sudorese dos nadadores do presente estudo foi maior do que a previamente reportada na literatura (SOLER, ECHEGARAY, RIVERA, 2003; HENKIN *et al.*, 2005). Contudo, os indivíduos dos estudos acima citados tiveram a taxa de sudorese medida durante exercício realizado na água, enquanto neste estudo a taxa de sudorese foi medida durante o exercício realizado em terra. Durante o exercício na água, a perda de calor por condução e convecção é maior do que durante o ciclismo estacionário. Assim, com uma menor perda de calor por condução e convecção, os indivíduos deste estudo provavelmente tiveram um estímulo maior para a sudorese do que indivíduos dos estudos anteriores.

A taxa de sudorese de nadadores e de esquiadores *cross-country* mediante o calor mas sem a realização de exercício foi comparada por Henane, Flandrois e Charbonnier (1977). Os esquiadores exibiram melhor tolerância ao calor e estavam mais aclimatizados do que os nadadores. De acordo com o presente estudo, os nadadores apresentaram uma menor taxa de sudorese durante o estresse térmico. Assim com em outros estudos (MCMURRAY e HORVATH, 1979; AVELLINI *et al.*, 1982; KONDO *et al.*, 1995), os nadadores parecem apresentar taxas de sudorese menores do que atletas treinados em terra. A baixa taxa de sudorese em indivíduos que treinam na água pode ser explicada pelo fato de que os nadadores não experenciam mudanças muito elevadas nas temperaturas interna e da pele – que seriam necessárias para o início da sudorese - devido a grande transferência de calor que caracteriza o meio aquático (BENZINGER 1959; NADEL, FORTNEY e WENGER, 1980). 7

A baixa taxa de sudorese de nadadores também foi atribuída a uma inibição na atividade da glândula sudorípara devido ao treinamento na água (NADEL *et al.*, 1974), que pode causar uma depressão na resposta de sudorese como resultado da hidromeiose (BROWN e SARGENT, 1965).

O condicionamento aeróbico e a aclimatização são dois fatores que afetam a taxa de sudorese durante o exercício (GODEK *et al.*, 2005). Esses fatores poderiam explicar a maior taxa de sudorese dos corredores já que também tiveram um maior VO<sub>2</sub>max, e provavelmente desenvolveram melhores adaptações à sudorese. Um nível alto de condicionamento cardiorrespiratório está associado com melhor tolerância ao calor incluindo aumento na taxa de sudorese (MCLELLAN, 2001). Sabe-se que o treinamento de endurance contribui para o processo de aclimatização ao calor (HENANE, FLANDROIS e CHARBONNIER, 1977). Por exemplo, Piwonka *et al.* (1965) reportou que corredores de longa distância mostraram menor estresse térmico quando comparados com indivíduos não treinados durante o estresse térmico. O fato de os corredores treinarem em um ambiente que facilita o ganho de calor, faz com desenvolvam uma boa capacidade de evapora-lo.

A superfície corporal também afeta a taxa de sudorese durante o exercício (GODEK *et al.*, 2005); assim, a maior taxa de sudorese dos corredores não pode se dever a diferenças na massa corporal já que os três grupos foram similares na altura, peso e somatório de dobras cutâneas.

Outro fator associado à termorregulação refere-se a densidade das glândulas sudoríparas (SHIBASAKI, THAD, CRANDALL, 2006) e pode ter contando para a maior taxa de sudorese nos corredores, já que eles possuem

melhor tolerância ao calor durante o exercício (McLELLAN, 2001). Como sugerido por Sato e Sato (1983), o treinamento induz à hipertrofia da glândula sudorípara. Além disso, Ogawa *et al.* (1988) observou que o número de glândulas sudoríparas, que pode ser um indicativo da atividade sudomotora, aumentava após a aclimatização ao calor, sugerindo essa pode alterar a modulação central para a resposta à sudorese. No entanto, isso somente poderá ser comprovado em um estudo longitudinal.

[Na<sup>+</sup>], [Cl<sup>-</sup>], e [K<sup>+</sup>] no suor dos indivíduos estava de acordo com a normalidade (SHIRREFFS *et al.*, 2005) para corredores e não atletas. Uma contribuição deste estudo consiste nos valores da concentração de eletrólitos no suor de atletas treinados na água. [Na<sup>+</sup>] e [Cl<sup>-</sup>] foram maiores em nadadores e não atletas. [Na<sup>+</sup>] e [Cl<sup>-</sup>] diminuíem com a aclimatização ao calor (ALLAN e WILSON, 1971; KIRBY e CONVERTINO, 1986). Assim, indivíduos aclimatizados apresentam menores [Na<sup>+</sup>] e [Cl<sup>-</sup>] no suor (SHIBASAKI, THAD, CRANDALL, 2006).

Outro achado do presente estudo foi que a perda total de Na<sup>+</sup> foi maior em nadadores e corredores do que em não atletas. Em relação aos nadadores, isso se deve a maior [Na<sup>+</sup>] no suor, embora a taxa de sudorese tenha sido menor comparada com a de corredores. Uma limitação deste estudo foi que o suor foi coletado somente de uma parte do corpo. A concentração de eletrólitos no suor pode variar de acordo com a região corporal e a distribuição do suor no tronco e nos membros pode variar de acordo com a aclimatização (PATTERSON, GALLOWAY, NIMMO, 2000; SHIBASAKI, THAD, CRANDALL, 2006). Estudos futuros deverão avaliar a perda de eletrólitos no suor a partir de diferentes áreas corporais.

## **6.CONCLUSÃO**

Os achados do presente estudo indicam que as diferenças na taxa de sudorese e na concentração de eletrólitos no suor estão relacionadas com o ambiente (terra ou água) de treinamento. Os nadadores de fato não suam tanto quanto os corredores nem apresentam menores  $[Na^+]$  e  $[Cl^-]$ , características atribuídas a atletas. Talvez as glândulas sudoríparas de nadadores não sejam tão adaptadas como as dos corredores. Contudo, os nadadores parecem ter maiores adaptações à sudorese quando comparados a não atletas.

É possível também que haja alguma explicação genética ou até mesmo modificações durante o processo de treinamento, específico ao esporte em questão, que poderiam ser confirmados somente em um estudo longitudinal.

## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALLAN J R, WILSON, C G. Influence of acclimatization on sweat sodium concentration. **J. Appl. Physiol.** 30: 708-712, 1971.

AILEN J R. The effects of physical training in a temperature and hot climate on the physiological response on heat stress. **Ergonomics**, 8: 445-453, 1977.

AOYAGI Y; MCLELLAN T M; SHEPHARD R J. Effects of training and acclimation on heat tolerance in exercising men wearing protective clothing. **Eur. J. Appl. Physiol.** 68: 234–245, 1994.

ARMSTRONG L E; HUBBARD R W; DELUCA J P; CHRISTENSEN, E. L. Heat acclimatization during summer running in the northeastern United States. **Med. Sci. Sports. Exer.** 19:131-136, 1987.

ARMSTRONG L E; MARESH C M. The induction and decay of heat acclimatisation in trained athletes. **Sports Med.**12(5):302-12, 1991.

ASTRAND P O; RODAHL K; DAHL H; STROMME S. **Textbook of Work Physiology**: Physiological Bases of Exercise. 4ed. Human Kinetics, 2003.

AVELLINI R A; SHAPIRO Y; FORTNEY S M; WENGER C B; PANDOLF K B. Effects on heat tolerance of physical training in water and on land. **J. Appl. Physiol. Respir. Environ. Exerc. Physiol.** 53:1291-1298, 1982.

BAR-OR O; LUNDEGREN H M, BUSKIRK E R. Heat tolerance of exercising obese and lean women. **J. Appl. Physiol.** 26: 403-409, 1969.

BEAVER W L; WASSERMAN K; WHIPP B J. A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. **J. Appl. Physiol.** 60: 2020-2035, 1986.

BEZINGER T H. On physical heat regulation and the sense of temperature in man. **Proc. Natl.Acad. Sci.** 45: 645-659, 1959.

BOULANT, J A. Cellular mechanisms of temperature sensitivity in hypothalamic neurons. **Prog. Brain Res.** 115:3-8, 1998.

BOYSEN T C; YANAGAWA S; SATO F; SATO K. A modified anaerobic method of sweat collection. **J. Appl. Physiol.** 56: 1002-1307, 1984.

BRISSON G R; BOISVERT P; PERONNET F; PERRAULT F; BOISVERT D; LANFOND J S. A simple and disposable sweat collector. **Eur.J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.** 63: 269-272,1991.

BROWN W; SARGENT F. Hidromeiosis. **Arch. Environ. Health.** 11: 442-453, 1965.

BRUCK K; OLSCHESKY H. Body temperature related factors diminishing the drive to exercise. **Can. J. Physiol. Pharmacol.** 65:1274-80, 1987.

BULLARD R W, BANERJEE M R, MAC INTYRE B A. The role of the skin negative feedback regulation of eccrine sweating. **Int. J. Biometeorol.** 11(1):93-104, 1967.

BULLARD R W. Studies on human sweat gland duct filling and skin hydration. **J. Physiol.** 63(3):218-21, 1971.

BUONO M J, BALL K D, KOLKHORST F W. Sodium ion concentration vs. sweat rate relationship in humans. **J. Appl. Physiol** 103: 990-994, 2007.

BUONO M J, HEANEY J H, CANINE K M. Acclimation to humid heat lowers resting core temperature. **Am. J. Physiol.** 74(5 Pt 2):R1295-9, 1998.

CHEUNG S S; MCLELLAN T M. Heat acclimation, aerobic fitness, and hydration effects on tolerance during uncompensable heat stress. **J. Appl. Physiol.** 84: 1731–1739, 1998.

COLLINS K J. The action of exogenous aldosterone on the secretion and composition of durg-induced sweat. **Clin. Sci.** 30:207-221, 1966.

CORSINO E L; LOPEZ R S; PEREZ M R. La respuesta fisiologica y metabolica del nadador competitivo durante ejercicio en ambiente aire y ambiente agua. **PRHSJ**. 13(2), 1994.

COYLE E F. Physical activity as a metabolic stressor. **Am.J. Clin. Nutr.** 72: 512S-520S, 2000.

CUI, J; SATHISHKUMAR, M; WILSON, T E; SHIBASAKI, M; DAVIS, S L; CRANDALL, C G. Spectral characteristics of skin sympathetic nerve activity in heat-stressed humans. **Am. J. Physiol. Heart. Circ. Physiol.** 290:H1601-9, 2005

DILL D; HORVATH S M; BEAUMONT W; GEHLSSEN G; BURRUS K. Sweat chlorides in desert walks. **J. Appl. Physiol.** 23: 746-751, 1967.

DIMRI G P; MALHOTRA M S; SEN GUPTA J; SAMPATH KUMAR T; ARORA BS. Alterations in aerobic-anaerobic proportions of metabolism during work in heat. **Eur. J. Appl. Physiol.** 45:43, 1980.

FALK B; BAR-OR O; CALVERT R; MACDOUGALL J D. Sweat gland response to exercise in the heat among pre-, mid-, and late-pubertal boys. **Med. Sci. Sports Exerc.** 24(3):313-319, 1992.

FIALA D; LOMAS K; STOHRER M. A computer model of human thermoregulation for a wide range of environmental conditions: the passive system. **J. Appl. Physiol.** 87:1957-1972, 1999.

FOX R H, BUDD G M, WOODWARD P M, HACKETT A J, HENDRIE A L. A study of temperature regulation in New Guinea people. **Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.** 268: 375–391, 1974.

FUJISHIMA K; SHIMIZU T; OGAKI T; HOTTA N; KANAYA S; SHONO T; UEDA T . Thermoregulatory responses to low-intensity prolonged swimming in water at various temperatures and treadmill walking on land. **J. Physiol. Ant.** 20 (3), 2001.

GARDEN J W, WILSON I D, RASCH P J. Acclimatization of healthy young adult males to a hot-wet environment. **J. Appl. Physiol.** 21:665-9, 1966.

GARRET W, KIRKENDALL D. **Exerc. Sport Sci.** Philadelphia Lippincott Williams & Wilkins, 2000.

GISOLFI C; ROBINSON S. Relations between physical training, acclimatization and heat tolerance. **J. Appl. Physiol.** 26: 530-534, 1969.

GODEK S F; BARTOLOZZI A R; BURKHOLDER R; SUGARMAN E; DORSHIMER G. Core Temperature and Percentage of Dehydration in Professional Football Linemen and Backs During Preseason Practices. **J. Athletic Training.** 41:8–17, 2006.

GODEK S F; BARTOLOZZI A R; GODEK J J. Sweat rate and fluid turnover in American football players compared with runners in a hot and humid environment. **Br. J. Sports Med.** 39: 205-211, 2005.

GOZALEZ R R; ENDRUSICK, T L, SANTEE, WR. Thermoregulatory responses to cold: effects of handwear with multi-layered clothing.

**Aviat Space Environ. Med.** 69:1076-82, 1998.

GONZALEZ R R; PANDOLF K B; GAGGE A P. Heat acclimation and decline in sweating during humidity transients.

**J. Appl. Physiol.** 36:419-25, 1974.

HARDY J D. Central and peripheral factors in physiological temperature regulation. In **Les concepts de Claude Beranrd suer le milieu intérieur.** p. 247. Paris: Masson, 1967.

HAVENITH G. Heat balance when wearing protective clothing. **Ann. Occup. Hyg.** 43 (5): 289-296, 1999.

HENANE R; FLANDROIS R; CHARBONNIER J P. Increase in sweating sensitivity by endurance conditioning in man. **J. Appl. Physiol.** 43: 822-828, 1977.

HENKIN, S D; MEYER, F; SILVEIRA, M M; KRUEL, L F. Body Fluid Balance of Competitive Male Swimmers During a Training Session. **Med. and Sci. in Sports and Exer.** 37, S104-S105, 2005.

HENKIN, S D; SILVEIRA, M M; RIBEIRO, J; MEYER, F. Sweat Rate and Voluntary Fluid Intake of Elite Level Swimmers. **Med. and Sci. in Sports and Exer.** 38, S218, 2006.

HORI S; T SUJITA J; YOSHIMURA H. Energy requirements of men during exercise in a hot environment and a comfortable environment. **Nippon Seirigaku Zasshi.** 1;38(12):507-9, 1976.

INOUE Y, KUWAHARA T, ARAKI, T. Maturation- and Aging-related Changes in Heat Loss Effector Function. **J. Physiol. Anthropol.** 23:289-294, 2004.

KIRBY C R; CONVERTINO V A. Plasma aldosterone and sweat sodium concentrations after exercise and heat acclimatization. **J. Appl. Physiol.** 61: 967-970, 1986.

KONDO N; NISHIYASU T; IKEGAMI H. The sweating responses of athletes trained on land and in water. **Jap. J. Physiol.** 45: 571-581, 1995.

KONDO N; SHIBASAKI M; AOKI K; KOGA S; INOUE Y; CRANDALL C. Function of human eccrine sweat glands during dynamic exercise and passive heat stress. **J. Appl. Physiol.** 90: 1877-1881, 2001.

KUNO Y. **Human Perspiration.** Springfield, IL: Thomas, 1956.

LUCIA A; HOYOS J; PEREZ M, CHICHARRO J L. Heart rate and performance parameters in elite cyclists a longitudinal study. **Med. Sci. Sports Exerc.** 32 (10): 1777-1782, 2000.

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

MARIAK Z; BONDYRA Z; PIEKARSKA M. The temperature within the circle of Willis versus tympanic temperature in resting normothermic humans. **Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.** 66: 518-520, 1993.

MATSUMOTO T; KOSAKA M; YAMAUCHI M; TSHUCHIYA K; OHWATARI N; MOTOMURA M; OTOMASU K; YANG GJ; LEE J M; BOONAYATHAP U; PRAPUTPITTAYA C; YONGSIRI A. Study on mechanisms of heat acclimatization

due to thermal sweating—comparison of heat-tolerance between Japanese and Thai subjects. **Tropical Med.** 35: 23–34, 1993.

MAUGHAN R, SHIRREFFS S. Exercise in the heat: challenges and opportunities. **J. Sports Sci.** 22: 917-927, 2004.

McARDLE W D; KATCH F I; KATCH V L. **Fisiologia do exercício: Energia, nutrição e desempenho.** Guanabara Koogan, 4ed, 1998.

McLELLAN, T M. The importance of aerobic fitness in determining tolerance to uncompeable heat stress. **Comp. Bioch. and Physiol.** 128:691-700, 2001.

McMURRAY R G; HORVATH S M. Thermoregulation in swimmers and runners. **J. Appl. Physiol.** 46(6):1086-1092, 1979.

MEYER F; BAR-OR O; MacDOUGALL D; HEIGENHAUSER G J. Sweat electrolyte loss during exercise in the heat: effects of gender and maturation. **Med.Sci.Sports Exerc.** 24: 776-781, 1992.

MILLARD-STAFFORD M P B *et al.* Fluid intake in male and female runners during a 40 km run in the heat. **J. Sports Sci.** 13: 257-263, 1995.

NADEL E, *et al.* Physiological defenses against hyperthermia of exercise. **Ann. NY. Acad. Sci.** 301: 98-109, 1974.

NADEL E; FORTNEY S M; WENGER C B. Effect of hydration state on circulatory and thermal regulations. **J. Appl. Physiol.** 49: 715-21, 1980.

NIELSEN B. Physiology of thermoregulation during swimming. In: **Swimming medicine IV**. B Eriksson, B Furberg. University Park Press: Baltimore, 297-304, 1978.

OGAWA T; OHNISHI N; YAMASHITA Y; SUGENOYA J; ASAYAMA M; MIYAGAWA T. Effect of facial cooling during heat acclimation process on adaptive changes in sweating activity. **Jpn. J. Physiol.** 38: 479-490, 1988.

PATTERSON M; GALLOWAY S; NIMMO M. Variations in regional sweat composition in normal human males. **Exp. Physiol.** 85 (6): 869-875, 2000.

PRECHT H; CHRISTOPHERSEN J; HENSEL H; LARCKER W. **Temperature and life**. Berlin: Springer-Verlag, 1973.

PIWONKA R W; ROBINSON S; GAY V L; MANALIS R S. Acclimatization of men to heat by training. **J. Appl. Physiol.** 20: 379-384, 1965.

QUINTON P M; TORMEY J M. Localization of Na/K-ATPase in the secretory and reabsorptive epithelia of perfused eccrine sweat glands: A question to the role of the enzyme in secretion. **J. Memb. Biol.** 29:383-399, 1976.

QUINTON P M. Suggestion of an abnormal anion exchange mechanism in sweat glands of cystic fibrosis patients. **Ped. Res.** 16:533-537, 1982.

ROBERTS M F; WENGER, C B. Thermal and baroreflex control of skin circulation. **Int. J. Biometeorol.** Suppl 2:54-64, 1980.

RODRIGUES L O C *et al.* Possible biphasic sweating response during short-term heat acclimation protocol for tropical natives. **J. Physiol. Anthropol.** 25: 215-219, 2006

ROWELL, L B; SHERRIFF D D; WYSS CR; SCHER AM. The nature of the exercise stimulus. **Acta. Physiol. Scand. Suppl.** 556:7-14, 1986.

SAAT M, TOCHIHARA Y; HASHIGUCHI N; SIRISINGHE R G; FUJITA M; CHOU C M. Effects of exercise in the heat on thermoregulation of Japanese and Malaysian males. **J. Physiol. Anthropol. Appl. Human. Sci.** 24(4):267-75, 2005.

SAGA K, SATO K. Ultrastructural localization of ouabain-sensitive, K-dependent p-nitrophenil phosphatase activity in monkey eccrine sweat gland. **J. Hist. Cytochem.** 72: 128-134, 1992.

SAMPAIO. **Dermatologia.** Artes Médicas, 2ed, 2000.

SATO F; OWEN M; MATTHES R; SATO K; GISOLFI C V. Functional and morphological changes in eccrine sweat gland with heat acclimation. **J. Appl. Physiol.** 69: 232-236, 1990.

SATO K. The physiology, pharmacology, and biochemistry of the eccrine sweat gland. Rev. Physiol. Biochem. **Pharmacol.** 79: 51-93, 1977.

SATO K, SATO F. Individual variations in structure and function of human eccrine sweat glands. **Am. J. Physiol.** 32:971-981, 1983.

SATO K, SATO F. Sweat secretion by human axillary apocrine sweat gland in vitro. **Am. J. Physiol.** 21: R181-R187, 1987.

SAWKA M N. Physiological consequences of hypohydration: exercise performance and thermoregulation. **Med. Sci. Sports Exerc.** 24: 657-670, 1992.

SELKIRK G A; McLELLAN T M. Influence of aerobic fitness and body fatness on tolerance to uncompensable heat stress. **J. Appl. Physiol.** 91:2055-63, 2001.

SENS D A; SIMMONS M A; SPICER S S. The analysis of human sweat proteins by isoelectric focusing. **Ped. Res.** 19:873-978, 1985.

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

SHIRREFFS S M; ARAGON L F; CHAMORRO M; MAUGHAN R J; SERRATOSA L; ZACHWIEJA J J. The sweating response of elite professional soccer players to training in the heat. **Int. J. Sports Med.** v. 26: 90-95, 2005.

SHVARTZ E, *et al.* Deconditioning-induced exercise responses as influenced by heat acclimation. **Aviat. Space Environ. Med.** v. 50:893-7, 1979.

SOLER R; ECHEGARAY M; RIVERA M. Thermal responses and body fluid balance of competitive male swimmers during a training session. **J. Strength Cond. Res.** 17: 362-367, 2003.

VELLAR O D. Studies on sweat losses of nutrients. I Iron content of whole body sweat and its association with sweat other constituents, serum iron levels, hematological indices, body surface area and sweat rate. **Scan. J. Clin. Lab. Invest.** 21: 157-167, 1968.

VERDE T; SHEPHARD R J; COREY P; MOORE R. Sweat composition in exercise and in the heat. **J. Appl Physiol.** 53:1540-1545, 1982.

VIMIEIRO-GOMES A C *et al.* Comparison of sweat rate during graded exercise and the local rate induced by pilocarpine. **Braz. J. Med. Bio. Res.** 38: 1133-1139, 2005.

WILMORE J, COSTILL D. **Fisiologia do esporte e do exercício.** São Paulo: Manole, 2001.

WYNDHAM C H. The physiology of exercise under heat stress. **Annu. Rev. Physiol.** 35: 193-220, 1973.

## 8. ANEXOS

**Anexo 1 – Termo de consentimento**

## TERMO DE CONSENTIMENTO

Você está sendo convidado a participar de um estudo que analisará o comportamento das respostas de sudorese em nadadores, corredores e não atletas após 30 minutos de exercício realizado em cicloergômetro, no calor. Sua presença será necessária por 2 dias no Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) da UFRGS, onde serão realizados os testes.

Na primeira visita serão realizados teste máximo e composição corporal.

Na segunda visita será realizado um exercício em bicicleta ergométrica que terá a duração de 30 minutos, numa intensidade de 10% abaixo do segundo limiar ventilatório. O exercício será realizado dentro de uma câmara ambiental em uma temperatura de 32°C e 40% UR.

Você realizará o exercício com 1 adesivo afixado nas costas, para a absorção do suor e posterior análise do mesmo.

Durante todo o experimento você será acompanhado por uma equipe de pesquisadores.

Você não deverá ser portador de qualquer tipo de doença, nem estar fazendo uso de qualquer medicação, e qualquer suplementação alimentar deve ser notificada.

A participação neste estudo é absolutamente voluntária, sem, portanto, qualquer tipo de gratificação, tendo você direito apenas aos seus resultados no final do teste.

Todas as informações serão confidenciais, tendo acesso a elas somente os profissionais envolvidos no estudo e o voluntário analisado.

Você é livre para realizar perguntas antes, durante ou após o estudo, estando livre para desistir do mesmo em qualquer momento, sem prejuízo algum.

Obrigada pela colaboração!

Atenciosamente,

Simone Dossena Henkin

Contato: 51 99351297

**DECLARAÇÃO**

Declaro estar ciente dos benefícios, riscos e conseqüências deste estudo. Não receberei qualquer pagamento por minha participação, além do acesso aos meus resultados. Aceito, dessa forma, participar desta investigação.

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

Endereço: \_\_\_\_\_

Telefone: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

Porto Alegre, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2006.

---

Assinatura

**Anexo 2 – PAR – Q QUESTIONÁRIO**