

**EMERSON RODRIGUES PEREIRA**

**AVALIAÇÃO DO ESTADO DE HIDRATAÇÃO DE CORREDORES AMADORES  
ANTES E APÓS UMA PROVA DE MEIA-MARATONA**

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

Belo Horizonte

2011

**EMERSON RODRIGUES PEREIRA**

**AVALIAÇÃO DO ESTADO DE HIDRATAÇÃO DE CORREDORES  
AMADORES ANTES E APÓS UMA PROVA DE MEIA-MARATONA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências do Esporte.

Orientador: Prof. Dr. Emerson Silami-Garcia

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

2011

P436a Pereira, Emerson Rodrigues  
2011 Avaliação do estado de hidratação de corredores amadores antes e após uma prova de meia-maratona. [manuscrito] / Emerson Rodrigues Pereira – 2011.  
57f., enc.: il.

Orientador: Emerson Silami Garcia

Mestrado (dissertação) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Bibliografia: f. 46-51

1. Corredores (esporte) - Teses. 2. Desidratação (fisiologia) - Teses. 3. Urina - Teses. 4. Maratona - Teses. I. Garcia, Emerson Silami. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 796



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



Dissertação intitulada “Avaliação do estado de hidratação de corredores amadores antes e após uma prova de meia-maratona”, de autoria do mestrando **Emerson Rodrigues Pereira**, defendida em 30 de março 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. Emerson Silami Garcia  
Departamento de Esportes  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional  
Universidade Federal de Minas Gerais

Prof. Dr. João Carlos Bouzas Marins  
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde  
Departamento de Educação Física  
Universidade Federal de Viçosa

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

**Este trabalho foi realizado no Laboratório de Fisiologia do Exercício (LAFISE), da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Foram concedidos auxílios financeiros pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela Coordenação de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo Ministério da Educação e pelo Ministério do Esporte.**

A todos aqueles que acreditam que os sonhos podem se tornar realidade, desde que você batalhe para isso.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Geraldo “Sô Nem” (*in memoriam*) e Zenita. Ele, pela minha formação com caráter, personalidade e honestidade, ela, pelo exemplo de mãe dando carinho quando necessário, defendendo a cria nas situações difíceis e sendo uma guerreira para conseguir cuidar de sua prole de 14 filhos em pleno final do século XX e início do XXI.

A minha esposa Andreia e meus filhos Emerson Júnior e Júlia Lemos pelo amor incondicional e pela compreensão nos momentos de ausência (apesar da Júlia ter apenas alguns meses de vida). Desculpem-me pela indisponibilidade de tempo, mas acreditem: essa vitória também pertence a vocês.

Aos meus irmãos Elismar, Dagmar, Ilta, Adilma, Roberto, Jânio, Ilma, Jerônimo, Reginaldo, Carlos, Mônica, Fernanda e Carla, e todos os meus sobrinhos, pelo incentivo, por acreditarem em meu potencial e pelo companheirismo nos momentos difíceis.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Emerson Silami Garcia, pelo exemplo de pesquisador, que apesar de sua posição incontestável no âmbito profissional, assume compromissos para melhora da qualidade de ensino, da instituição e dos profissionais de Educação Física. Obrigado professor, por acreditar em meu trabalho.

Ao Prof. Dr. Nilo Resende Viana Lima, pelo exemplo de dedicação, ética e profissionalismo.

Ao Professores Dr. Luciano Sales Prado e Dr. Luiz Oswaldo Carneiro Rodrigues (LOR) pela importante contribuição na elaboração desse trabalho.

A Dra Danusa Dias Soares e ao Dr. Miguel Hourí (Escola de Veterinária- UFMG) pela convivência e companheirismo, além do importante estímulo à pesquisa científica.

Ao professor Dr. Ary Gomes Filho, por despertar em mim o interesse no curso de mestrado e na pesquisa científica.

A professora Dra Maria Aparecida, Rosely e Lúcio (laboratório de Fisiologia Renal - ICB) pelos ensinamentos das técnicas e disponibilidade dos equipamentos para análises sanguíneas e urinárias.

A todos os colaboradores que estiveram envolvidos na pesquisa, contribuindo desde a entrega das garrafinhas até as análises laboratoriais e na elaboração do artigo científico:

Adriano Lima, Aline Gomes, André Maia, Ângelo Pisani, Bruno Pena, Carlos Eduardo Monteiro, Carolina Wilke, Christian Cabido, Cláudio Miraglia, Cristiano Lino, Daniel Coelho, Daniel Lobato, Débora Romualdo, Derick Vinícius, Diego Alcântara, Diogo Pacheco, Emerson Júnior, Júlia Palheiros, João Gustavo, Juliana, Eliney Melo, Fabiana Melo (NF Saúde), Francisco Teixeira, Guilherme Passos, Isa Flor, Ivana Fonseca, Louise Pacheco, Lucas Lima, Lucas Mortimer, Lucas Oaks, Luciana Madeira, Luciano Prado, Luiz Alexandre, Marcelo Teixeira, Marco Mello, Matheus Sacchetto, Michelle Macedo, Milene Lima, Moisés Vieira, Patrícia Rocha, Rafael Soncin, Renata Passos, Reinaldo Paulinelli Jr., Roberto Rodrigues, Rodrigo Morandi, Tatiana Fonseca, Thiago Andrade, Thiago Mendes, Victor Ciminelli, Vinicius Santos, Washington Pires, Willian Damasceno.

A técnica do LAFISE, Maria Aparecida Vasconcelos Faria (CIDA), pelos ensinamentos de biosegurança que foram primordiais durante as coletas e análises.

A Sueli Aparecida de Almeida, responsável pela manutenção, limpeza e organização do LAFISE, que apesar das dificuldades que todos nós temos, sempre nos recebe com um sorriso todas as manhãs.

Aos voluntários que se dispuseram a colaborar com a pesquisa que se dedicaram tanto nos testes prévios como na corrida (situação experimental). Obrigado por

terem cumprido as normas do estudo, propiciando a credibilidade nos resultados. A participação de todos vocês foi fundamental para a realização da pesquisa.

À minha sogra Marília Lemos por ter me acolhido em Belo Horizonte nos dias em que fiquei impossibilitado de retornar para Sete Lagoas, uma vez que as tarefas não permitiram.

Finalmente, ao povo brasileiro por custear minha formação em uma universidade pública possibilitando meu desenvolvimento pessoal, profissional e acadêmico.

O fracasso é a oportunidade de começar de novo, com mais inteligência e redobrada vontade.

Henry Ford

## RESUMO

O estado de hidratação tem influência direta no desempenho em atividades prolongadas em ambiente quente, no entanto, os métodos para sua avaliação se mostram contraditórios. O objetivo desse estudo foi verificar o estado de hidratação de corredores de rua em decorrência de uma prova oficial de meia maratona e se as variáveis urinárias e as alterações de massa corporal (MC) são capazes de avaliar o estado agudo de hidratação quando comparados com a osmolalidade plasmática ( $P_{osm}$ ). Foram avaliados 14 corredores de rua, homens, amadores ( $29 \pm 4$  anos,  $VO_{2m\acute{a}x}$ :  $54,3 \pm 5,5 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) antes e após uma corrida de 21,1 km com temperatura seca de  $25,07 \pm 2,13^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa do ar de  $54,7 \pm 2,2\%$ . O controle de ingestão de água durante a prova ocorreu através de garrafas numeradas fornecidas nos postos de hidratação localizados nos km 0 -, 2,5 -, 5,0 -, 7,5 -, 10,5 -, 14,0 -, 16,0 e 18,5 e o estado de hidratação foi avaliado através das análises urinárias: gravidade específica (GEU), osmolalidade ( $U_{osm}$ ),  $[\text{Na}^+]$ ,  $[\text{K}^+]$ , das variáveis plasmáticas:  $\Delta$  do volume plasmático, osmolalidade ( $P_{osm}$ ),  $[\text{Na}^+]$  e  $[\text{K}^+]$ . Além disso, foi verificado o  $\Delta$  da MC comparando antes e após a corrida. Os corredores completaram o percurso com um tempo médio de  $111,9 \pm 9,5$  minutos, consumiram  $0,82 \pm 0,40 \text{ L}$  ( $0,45 \pm 2,3 \text{ L.h}^{-1}$ ) de água e suaram  $2,67 \pm 0,23 \text{ L}$  ( $1,44 \pm 0,18 \text{ L.h}^{-1}$ ) durante a prova. Foi observada alteração, antes e após a prova, da  $P_{osm}$  ( $288 \pm 4$  vs  $296 \pm 6 \text{ mOsm.kg}^{-1}$  ( $p < 0,01$ ),  $\Delta$  do volume plasmático ( $-9,79 \pm 4,6\%$ ) e  $[\text{Na}^+]$  (pré:  $136 \pm 2$ ; pós:  $142,5 \pm 8,2 \text{ mEq.L}^{-1}$ ;  $p < 0,05$ ), acompanhada de uma redução de  $1,86 \pm 0,40 \text{ kg}$  ( $2,4 \pm 0,39\%$ ;  $p < 0,05$ ) da MC, indicando ao final, um estado de hipohidratação. A  $(\text{K}^+)_{\text{plasma}}$  não foi diferente entre esses dois momentos ( $3,6 \pm 0,5$  vs  $3,4 \pm 0,6 \text{ mEq.L}^{-1}$ ;  $p > 0,05$ ). A GEU não foi diferente entre os momentos pré e pós corrida ( $1018 \pm 8$  vs  $1018 \pm 6 \text{ g.mL}^{-1}$ ;  $p > 0,05$ ), assim como a  $U_{osm}$  ( $595 \pm 291$  vs  $513 \pm 215 \text{ mOsm.kg}^{-1}$ ;  $p > 0,05$ ), bem como a  $[\text{K}^+]_{\text{urina}}$  ( $38 \pm 24$  vs  $45 \pm 16 \text{ mEq.L}^{-1}$ ;  $p > 0,05$ ). Por sua vez, a  $[\text{Na}^+]_{\text{urina}}$  foi significativamente menor no período pós-exercício ( $110 \pm 51$  vs  $72 \pm 54 \text{ mEq.L}^{-1}$ ,  $p < 0,01$ ). Em conclusão, a GEU e a  $U_{osm}$  não apresentaram o estado real de hidratação dos corredores de rua após a meia maratona, uma vez que elas não indicaram um estado de hipohidratação que foi observado pela  $P_{osm}$ . A  $P_{osm}$  e  $\Delta\text{MC}$  indicaram o estado de hipohidratação ao final do exercício. Esses resultados mostram que o  $\Delta\text{MC}$  é um método prático e parece ser suficientemente sensível para avaliar o estado de hidratação.

**Palavras-chave:** Desidratação. Variáveis sanguíneas. Massa corporal. Gravidade específica da urina. Corredores.

## ABSTRACT

The hydration status of an individual is known to directly influence performance during prolonged activities in warm environments. Unfortunately, the methods for its evaluations are contradictory. The aim of the present study was to determine the hydration status of amateur runners in response to an official road race of 21.1 km and verify if urinary measures and body mass difference are capable to evaluate the acute state of hydration when compared to the  $P_{\text{osm}}$ . 14 male amateurs runners ( $29 \pm 4$  y.o.,  $54.3 \pm 5.5 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) participated in this study and were evaluated before and after the race. Mean environmental data along the race were  $25.07 \pm 2.13^\circ\text{C}$  dry temperature and  $54.7 \pm 2.2\%$  relative air humidity. Ingested water volume was *ad libitum* and was controlled using marked plastic bottles provided at the hydration stations located at 0, 2.5, 5.0, 7.5, 10.5, 14.0, 16.0 e 18.5 km from the start line. Hydration status was assessed using urine specific gravity (GEU), urine osmolality ( $U_{\text{osm}}$ ), urine sodium and potassium concentrations ( $[\text{Na}^+]_{\text{urine}}$ ,  $[\text{K}^+]_{\text{urine}}$ ), plasma volume variation ( $\Delta\text{plasma}$ ), plasma osmolality ( $P_{\text{osm}}$ ), and plasma sodium ( $[\text{Na}^+]_{\text{plasm}}$ ) and potassium ( $[\text{K}^+]_{\text{plasm}}$ ) concentrations. Furthermore, body mass variation ( $\Delta\text{BM}$ ) was assessed by comparing body mass immediately prior and after the race. Subjects completed the trial in  $111.9 \pm 9.5$  minutes, consumed  $0.82 \pm 0.40\text{L}$  ( $0.45 \pm 23\text{L}\cdot\text{h}^{-1}$ ) of water and sweat  $2.67 \text{ L} \pm 0.23$  ( $1.44 \pm 0.18 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$ ) during exercise. It was observed an increase in  $P_{\text{osm}}$  (before:  $288 \pm 4$ ; after:  $296 \pm 6 \text{ mOsm}\cdot\text{kg}^{-1}$  ( $p < 0.01$ ) and  $[\text{Na}^+]_{\text{plasm}}$  (before:  $136 \pm 2$ ; after:  $142.5 \pm 8.2 \text{ mEq}\cdot\text{L}^{-1}$ ;  $p < 0.05$ ) after the race in comparison with before. This aforementioned increase was accompanied by a decrease in plasma volume ( $-9.79 \pm 4.6\%$ ) and BM ( $1.86 \pm 0.40 \text{ kg}$ ;  $2.4 \pm 0.39\%$ ;  $p < 0.05$ ), indicating a state of hypohydration after the race.  $(\text{K}^+)_{\text{plasma}}$  was not different between the moments. However, in urine, only  $[\text{Na}^+]_{\text{urine}}$  increased after the race ( $110 \pm 51$  vs  $72 \pm 54 \text{ mEq}\cdot\text{L}^{-1}$ ,  $p < 0.01$ ), while the GEU,  $U_{\text{osm}}$  and  $(\text{K}^+)_{\text{urine}}$  remained unaltered in response to the exercise. No significant correlations were observed between  $P_{\text{osm}}$  and  $\Delta\text{BM}$ , and between  $U_{\text{osm}}$  and GEU. Therefore, as GEU and  $U_{\text{osm}}$  did not detect the hypohydration state showed by the  $P_{\text{osm}}$ , it was concluded that they were not capable to evaluate the hydration state of the runners after a road race of 21.1 km. On the other hand,  $\Delta\text{BM}$  appeared to be an appropriate method for detecting acute changes on hydration status at the conditions of the present study.

**Key words:** Hypohydration. Blood variables. Body mass. Urine specific gravity. Runners.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: Procedimentos referente a coleta de dados antes e após a corrida.....	28
FIGURA 2: Representação esquemática dos postos de fornecimento de água durante a prova.....	28
FIGURA 3: Massa corporal dos corredores antes e após a meia-maratona.....	32
FIGURA 4: Osmolalidade plasmática antes e após a meia-maratona.....	33
FIGURA 5: Concentração plasmática de Sódio antes e após a meia-maratona.....	33
FIGURA 6: Concentração plasmática de Potássio antes e após e meia-maratona.....	34

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Características da amostra: idade, massa corporal, estatura, % de gordura e consumo máximo de oxigênio.....	25
TABELA 2: Variáveis urinárias antes e após a meia-maratona.....	34
TABELA 3: Correlação entre $\Delta$ osmolalidade do plasma com outros marcadores da variação do estado de hidratação dos corredores em decorrência da meia-maratona..	35
TABELA 4: Ingestão de água, $\Delta MC$ , $\Delta P_{osm}$ , sudorese e volume de urina pós exercício dos corredores.....	35

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVP - Arginina vasopressina  
CENESP - Centro de Excelência Esportiva  
COEP - Comitê de ética em pesquisa  
DP - Desvio-padrão  
EEFFTO - Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional  
FC - Frequência cardíaca  
GEU - Gravidade específica da urina  
ICB - Instituto de Ciências Biológicas  
km - Quilômetros  
L - Litros  
MC - Massa corporal  
mEq/L – Miliequivalentes por litro  
min - minutos  
PRÉ - Pré-exercício  
PÓS - Pós exercício  
 $P_{osm}$  - Osmolalidade do plasma  
PSE - Percepção subjetiva do esforço  
 $U_{osm}$  - Osmolalidade da urina  
UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais  
URA - Umidade relativa do ar  
VO<sub>2</sub> - Consumo de oxigênio  
VO<sub>2máx</sub> - Consumo máximo de oxigênio  
VO<sub>2pico</sub> - Consumo pico de oxigênio  
VP- Volume plasmático  
[Na<sup>+</sup>]<sub>urina</sub> - Concentração de sódio na urina  
[K<sup>+</sup>]<sub>urina</sub> - Concentração de potássio na urina  
[Na<sup>+</sup>]<sub>plasma</sub> - Concentração de sódio no plasma  
[K<sup>+</sup>]<sub>plasma</sub> - Concentração de potássio no plasma  
 $\Delta$ MC - Variação na massa corporal  
 $\Delta\%$ VP - Variação percentual do volume plasmático  
% desidratação - Percentual de desidratação

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
1.1 Corridas de rua .....	15
1.2 Hidratação e exercício .....	15
1.3 Estratégias de hidratação .....	18
1.4 Avaliação do estado de hidratação .....	19
1.4.1 Análises urinárias .....	20
1.4.2 Padrão ouro.....	21
<b>2 OBJETIVO</b> .....	<b>22</b>
<b>3 HIPÓTESES</b> .....	<b>23</b>
<b>4 MÉTODOS</b> .....	<b>24</b>
4.1 Cuidados éticos.....	24
4.2 Amostra .....	24
4.3 Procedimentos prévios à situação experimental.....	25
4.4 Situação experimental .....	26
4.5 A coleta de dados.....	27
4.5.1 MC e coleta de urina.....	27
4.5.2 Fornecimento de água.....	28
4.5.3 Processamento do sangue .....	29
4.5.4 Variáveis calculadas .....	30
4.6 Análise estatística .....	31
<b>5 RESULTADOS</b> .....	<b>32</b>
5.1 Variáveis sanguíneas .....	32
5.2 Variáveis urinárias.....	34
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	<b>36</b>
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	<b>45</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>46</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>52</b>

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Corridas de rua

A partir do final da década de 1970 foi observado um aumento no número de corredores amadores inscritos em provas de rua em todo mundo, inclusive na Maratona de Nova Iorque, cujos organizadores tiveram que aumentar a disponibilidade de atendimento médico e o número de postos para hidratação (NOAKES, 2003). Em 1925, na corrida de São Silvestre, 60 indivíduos se classificaram, ao passo que em sua 83ª edição em 2007, 16.327 corredores completaram o percurso (DALLARI, 2009), que nessa época já permitia a livre participação de corredores com diferentes perfis. Isso faz com que o nível técnico e econômico, o gênero, idade e tipo físico não sejam critérios de exclusão para participação na corrida (DALLARI, 2009).

Provas com essas características, em sua maioria, não exigem um índice mínimo de tempo para completar o percurso como referência para participação e a cada vez mais são um atrativo para pessoas consideradas “atletas de final de semana”. Isso torna-se um risco para a integridade do participante, uma vez que muitos indivíduos não se preparam adequadamente para as competições ou não se hidratam corretamente antes e durante as provas, apesar da organização dos eventos fornecer bebidas em locais específicos do percurso .

### 1.2 Hidratação e exercício

A água constitui de 50% a 60% da massa corporal (MC) de adultos e o gradiente osmótico existente entre os meios intra e extracelular é responsável por sua troca entre esses compartimentos. Apesar dessa abundância, nosso corpo é muito menos capaz de lidar com a restrição de água do que de alimentos. De acordo com Mckinley *et al.* (2004) a quantidade de líquido ingerido normalmente varia a cada dia, dependendo de atividades físicas, condições ambientais e hábitos alimentares.

Indivíduos cuja perda de suor excede a ingestão de líquidos tendem a desidratar-se durante o exercício. Dessa forma, a alta taxa de sudorese ocasionada pela atividade física, principalmente quando esta é realizada em um ambiente úmido, pode levar ao estado de hipohidratação (CASA *et al.*, 2000). Assim, a realização de atividade física prolongada por diversas pessoas com diferentes níveis de condicionamento (trabalhadores, atletas em exercícios de longa duração), especialmente em um clima quente, exige um maior consumo de líquidos diários para suprir essas perdas ocasionadas pelo suor (McKINLEY *et al.*, 2004).

Durante o exercício de *endurance* cerca de 75% da energia produzida pelo metabolismo é dissipada em forma de calor, ao passo que 25% é transformada em movimento e o aumento da intensidade de exercício provoca o aumento também da taxa de produção de calor (NOAKES, 2003), causando o aumento da temperatura corporal. De acordo com Guimarães & Silami-Garcia (1993) a atenuação da elevação ou a manutenção da temperatura corporal nos valores ideais através de técnicas de resfriamento pode proporcionar maior tolerância à atividade física no calor.

Para a manutenção da temperatura interna em valores fisiológicos, o que caracteriza os animais homeotérmicos, o corpo humano recorre a diferentes formas de amenizar o estresse provocado pelo calor, seja através da ingestão de líquidos, imersão ou banho em água fria, procura de ambientes frescos (ex. sombra) que irão contribuir com os mecanismos termorregulatórios: condução, convecção, radiação e evaporação.

Em ambiente quente, a participação da condução, convecção e radiação decrescem acentuadamente e a evaporação do suor torna-se o principal meio para a dissipação do calor (CASA *et al.*, 2000; SAWKA *et al.*, 2007).

A prática de exercícios de longa duração no calor pode provocar uma perda de volumes consideráveis de água e eletrólitos, principalmente pelo suor, aumentando a osmolalidade plasmática ( $P_{osm}$ ), pelo fato do suor ser hipotônico em relação ao plasma (CHEUVRONT & SAWKA, 2005). Essa perda de água está relacionada à intensidade do exercício, estado de aclimação, vestimenta e estado de hidratação

basal de cada indivíduo (CASA *et al.*, 2000). Nesse contexto, diversas funções fisiológicas podem ser afetadas (MAUGHAN *et al.*, 2007), como alterações cardiovasculares e termorregulatórias (McCONNELL *et al.*, 1997; CHEUVRONT *et al.*, 2003) que podem interferir no desempenho físico (McCONNELL *et al.*, 1997; DARIES *et al.*, 2000).

De acordo com Armstrong (2007), a desidratação se refere ao processo de redução da água corporal através da urina, fezes, suor e respiração e pode tornar-se, em casos extremos, um risco para a saúde (OPPLIGER *et al.*, 2005). O estado de hipohidratação é caracterizado pela hipovolemia hiperosmótica e ocorre com frequência em exercícios de longa duração, principalmente quando o ambiente é quente e a ingestão de água não é suficiente para suplantar a perda hídrica causada pela sudorese (SAWKA *et al.*, 2007).

Segundo Barbosa & Sztajnbok (1999) podemos dividir o processo de desidratação em 3 tipos, a saber:

\_Desidratação isosmótica ou isotônica. Ocorre quando há perda de água e sal em quantidades proporcionalmente iguais, sendo que o nível de sódio plasmático ( $[Na^+]_{plasma}$ ) permanece dentro dos limites normais (entre 130 e 150 mEq/L).

\_Desidratação hipotônica, hiposmótica ou hiponatrêmica. Quando a perda de eletrólitos excede proporcionalmente a perda de água, sendo que a  $[Na^+]_{plasma}$  é inferior a 130 mEq/L.

\_Desidratação hipertônica, hiperosmótica ou hipernatrêmica. Esta última é caracterizada pela maior perda de água proporcionalmente em relação à perda de eletrólitos, nesse caso, a  $[Na^+]_{plasma}$  pode ultrapassar 150 mEq/L.

No caso da desidratação hipeosmótica, a maior tonicidade do meio extracelular causa desidratação celular, provocando sintomas secundários ocasionando no comprometimento das funções do sistema nervoso central. (BARBOSA & SZTAJNBOK, 1999).

### 1.3 Estratégias de hidratação

Normalmente, atletas de *endurance* começam a atividade euhidratados e se desidratam no decorrer do exercício (CHEUVRONT *et al.*, 2003). Assim, indivíduos recorrem a diferentes alternativas para manter o estado de hidratação, seja ingerindo água ou bebidas isotônicas antes e durante o exercício além da hiperhidratação antes da atividade física, sendo que esta última pode tornar-se um risco para a integridade física (NOAKES, 2003).

Com o intuito de atenuar o processo de desidratação foram criadas diretrizes para reposição de fluidos (COYLE, 2004; SAWKA *et al.*, 2007). Essas diretrizes sugerem que a reposição de líquidos durante o exercício deve ocorrer com volumes fixados previamente conforme o tempo de exercício e com intervalos pré-determinados. De acordo com Casa *et al.* (2000), a ingestão “programada” de líquidos antes do exercício possibilita ao indivíduo o início da atividade no estado euhidratado. No entanto, os valores sugeridos nesses protocolos de hidratação podem ser excessivos podendo ser prejudicial à saúde das pessoas (MACHADO-MOREIRA *et al.*, 2006).

Em casos extremos, o consumo excessivo de líquidos pode diluir o meio extracelular do sangue, conseqüentemente provocar um quadro conhecido como hiponatremia dilucional, que é caracterizada pelos níveis de sódio abaixo da normalidade (O'BRIEN *et al.*, 2001; GARDNER, 2002, NOAKES, 2003). Mesmo em menor escala, a ingestão sistematizada pode causar desconforto gástrico, náuseas, vômitos e em alguns casos, até mesmo morte (NOAKES 1993).

Noakes (2007a) questiona a validade desses protocolos, baseado justamente na falta de evidências científicas consistentes de que esse método seria o mais eficiente. Por sua vez, Kavouras (2002) considera a sede como um mecanismo de emergência para a manutenção do equilíbrio de fluidos, sendo controlada pela  $P_{osm}$  e pelo volume plasmático (VP). Neste contexto, vários mecanismos neurais e

hormonais evoluíram para assegurar o mecanismo da sede e a motivação para ingestão de líquidos (MCKINLEY *et al.*, 2004).

Considerando as discussões sobre os possíveis riscos relacionados ao excesso de hidratação durante o exercício, alguns autores têm defendido a efetividade da ingestão de líquidos de acordo com a sede, isto é, ingestão de líquidos voluntária (*ad libitum*), como estratégia segura de reposição de fluidos (MACHADO-MOREIRA *et al.*, 2006; NOAKES, 2007b). Esses autores consideram a ingestão de líquidos de acordo com a sede sendo suficiente, uma vez que esse mecanismo é parte do processo evolutivo e o sistema nervoso de forma integrada, é capaz de regular o VP, a  $P_{osm}$  e a temperatura corporal e assim, estimular corretamente o volume de líquidos a serem ingeridos naquele momento.

Durante as provas “de rua”, em especial nas corridas de ½ maratona, os serviços de apoio e hidratação ficam localizados em locais fixos no percurso da prova para fornecimento de água ou bebidas eletrolíticas aos corredores, sem, no entanto ter-se um padrão da distância entre esses postos de hidratação. Nesses locais são ofertadas bebidas como água, sucos e isotônicos e os corredores têm a possibilidade de ingerir *ad libitum*.

#### 1.4 Avaliação do estado de hidratação

Historicamente são utilizadas várias formas de se analisar o estado de hidratação seja através de métodos invasivos e não invasivos, no entanto, é importante ressaltar que todos os métodos têm suas vantagens e desvantagens, sendo uns mais precisos e outros mais práticos.

A literatura considera a utilização das alterações na MC como um dos métodos mais utilizados para quantificar as perdas da água corporal (SHIRREFFS, 2003). Nesse contexto, frequentemente assume-se que mudanças agudas na MC em curto período de tempo ocorrem devido a perdas ou ganho de água pelo corpo (SHIRREFFS, 2003). Para essa análise, considera-se que 1 mL de água tem a massa de aproximadamente 1 grama e assim justifica-se a utilização das mudanças

na MC como medida confiável para quantificar a água perdida durante o exercício (MAUGHAN, 2003).

#### 1.4.1 Análises urinárias

As análises urinárias surgem como outra forma não invasiva para avaliação do estado de hidratação em coletas de campo (SU *et al.*, 2006; KNECHTLE *et al.*, 2009; ARMSTRONG *et al.*, 1994) e assim como a redução da MC, o aumento da gravidade específica da urina (GEU) pode indicar estado de desidratação (KNECHTLE *et al.*, 2009) sendo utilizado em pesquisas envolvendo atletas (FRANCESCONI *et al.*, 1987), indivíduos fisicamente ativos (POPOWSKI *et al.*, 2001; SILVA *et al.*, 2010) e trabalhadores (SU *et al.*, 2006).

Apesar disso, um estudo realizado por Popowski *et al.* (2001) mostrou que a GEU não foi alterada até a perda da MC atingir 3%, sendo que seus valores mudaram significativamente dos valores basais para 3% e 5% de redução da MC. De acordo com Hamouti *et al.* (2010) as análises urinárias tais como a GEU e osmolalidade ( $U_{osm}$ ) podem levar a interpretações errôneas sobre o estado de hidratação, já que sofrem influência de fatores como a composição corporal e os hábitos culturais individuais (MANZ; WENTZ; 2003).

Com a sugestão de que a composição corporal dos indivíduos poderia influenciar o resultado da avaliação do estado de hidratação baseado na densidade urinária, Hamouti *et al.* (2010) observaram que 56% dos jogadores de rúgbi e 11% dos corredores foram classificados incorretamente como hipohidratados pela GEU. Esses autores propuseram que diferenças na massa muscular entre os participantes, podem ter influenciado para a incidência de determinação de falso positivo na avaliação do estado de hipohidratação determinado pela GEU.

Em um estudo realizado por Knechtle *et al.* (2009) em uma ultramaratona, esses métodos se mostraram contraditórios, uma vez que após o exercício a MC e a gravidade GEU acusaram um estado de hipohidratação enquanto a análise da  $[Na^+]_{plasma}$  indicou que os voluntários terminaram o exercício hidratados, sendo que a  $[Na^+]_{plasma}$  tem relação direta com a  $P_{osm}$  (HEW-BUTTER *et al.*, 2007).

De acordo com Hew-Butler *et al.* (2007), tratando-se de provas extremamente longas (ex: *ironman* ~ 12,5h), a análise do estado de hidratação através de alterações na MC deve ser usada com cautela, já que a utilização de substratos pode interferir nessa medida. Além disso, a ingestão de líquidos ou alimentos durante o exercício pode ocasionar na superestimação da água corporal estimada pela MC no momento da avaliação (MAUGHAN *et al.*, 2007; KAVOURAS, 2002).

#### 1.4.2 Padrão ouro

Existe a sugestão da existência de alguns métodos considerados como “padrão-ouro” para a avaliação do estado de hidratação (CHEUVRONT & SAWKA, 2005; POPOWSKI *et al.*, 2001, como a avaliação do conteúdo da água corporal e da  $P_{osm}$  pelo fato destes estarem relacionados com a sensação de sede (HEW-BUTLER *et al.*, 2007) e com a secreção do hormônio arginina-vasopressina (AVP) (LEJEMTEL; SERRANO, 2007; FIGARO e MACK, 1997). No entanto, a precisão dessas análises vem sendo questionada (ARMSTRONG, 2007).

Como existem dificuldades para se obter amostras de sangue no campo (CHEUVRONT & SAWKA, 2005), muitos pesquisadores recorrem às análises urinárias e às alterações na MC para avaliar o estado de hidratação (OSTERBERG *et al.*, 2009), mesmo com as limitações citadas anteriormente, o que pode levar a interpretações equivocadas na avaliação aguda do estado de hidratação.

Uma busca minuciosa realizada nas bases de dados Bireme, Pubmed e outras com as palavras chaves: hydration, half-marathon, race runners, hidratação, corrida de rua, corredores, meia-maratona, running entre os dias 25/06/2010 e 30/07/2010, foi observado que alguns pesquisadores avaliaram o estado de hidratação de corredores em provas oficiais (BYRNE *et al.*, 2006; LEE *et al.*, 2010) ou simuladas (BURKE *et al.*, 2005) de meia-maratona através de análises urinárias, sanguíneas e da diferença na MC. No entanto, não encontramos nenhum estudo no qual o estado de hidratação de corredores, estimados através de métodos comumente utilizados na prática, tenham sido comparados com um método considerado como padrão ouro em um prova oficial de corrida de rua.

## 2 OBJETIVO

O objetivo do presente estudo foi verificar o estado de hidratação de corredores de rua em decorrência de uma prova oficial de meia maratona e se as variáveis urinárias, juntamente com as alterações MC, são capazes de avaliar o estado agudo de hidratação quando comparados com a  $P_{osm}$ .

### 3 HIPÓTESES

- H1: Corredores amadores desidratam em decorrência de uma prova de meia maratona.
- H0: Ao final de uma meia maratona corredores amadores encontram-se euhidratados.
  
- H2: As variáveis urinárias para análise do estado de hidratação apresentam correlação significativa com a  $P_{osm}$ .
- H0 As variáveis urinárias para análise do estado de hidratação não apresentam correlação significativa com a  $P_{osm}$ .
  
- H3: As alterações na MC apresentam correlação significativa com a  $P_{osm}$ .
- H0: As alterações na MC não apresentam correlação significativa com a  $P_{osm}$

## 4 MÉTODOS

### 4.1 Cuidados éticos

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) - COEP 379/10 (anexo 1) e respeitou todas as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional da Saúde (Res. 196/96) acerca de pesquisas envolvendo seres humanos. Os participantes leram, assinaram e receberam uma cópia de um termo de Consentimento Livre e Esclarecido (anexo 2), concordando em participar como voluntário do estudo, na presença do pesquisador principal e uma testemunha (que também assinaram o documento). Todos os corredores participaram da pesquisa voluntariamente e estavam cientes que poderiam abdicar da participação no estudo a qualquer momento sem necessidade de justificar-se e sem prejuízo pessoal.

Todos os dados relacionados ao experimento foram utilizados apenas para fins de pesquisa e que a identidade dos corredores foi mantida sob absoluto sigilo. Estas precauções foram adotadas com o intuito de preservar a privacidade dos voluntários, acima de qualquer outro interesse.

### 4.2 Amostra

Participaram do estudo 15 homens saudáveis, corredores de rua amadores que já haviam participado de provas com percurso semelhante ao utilizado no estudo. Para recrutamento dos indivíduos foram colocados cartazes no prédio da Escola de Educação Física Fisioterapia e Terapia ocupacional da UFMG e contatadas algumas acessórias de corrida de Belo Horizonte, MG. Um corredor não conseguiu completar o percurso e por isso foi excluído da amostra, dessa forma os dados avaliados pertencem a 14 corredores (tabela 1). Nenhum corredor fazia uso de medicamentos, cigarro ou apresentava doenças agudas ou crônicas e todos foram aconselhados a não realizar exercício vigoroso ou ingerir bebidas alcoólicas nas 48 horas prévias a situação experimental. Além disso, foram orientados a manter o padrão normal de refeições (jantar e desjejum) e de consumo de líquidos

que realizam antes das provas. A quantidade necessária de indivíduos na amostra (n) foi determinada levando-se em consideração os graus de liberdade, arranjo e erro experimental, sendo esse número suficiente para obtenção de resultados significativamente confiáveis.

TABELA 1. Características da amostra: idade, massa corporal, estatura, % de gordura e consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ).

n	Idade (anos)	Massa corporal (kg)	Estatura (cm)	Gordura (%)	$VO_{2máx}$ ( $mL.kg^{-1}.min^{-1}$ )
14	29 ± 4	71,1 ± 11,6	177,5 ± 6,1	12,0 ± 4,2	54,3 ± 5,5

Valores: média e desvio padrão

Os corredores deveriam ser considerados aparentemente saudáveis de acordo com um questionário médico PAR-Q (THOMAS *et al.*, 1992) (anexo 3), considerando estes aptos à prática do exercício físico quando nenhuma questão fosse marcada como positiva. Embora seja interessante a inserção de mulheres entre voluntários em pesquisas científicas, estas não foram incluídas no presente estudo. Isso é justificado pela dificuldade proveniente de uma coleta de campo, sendo que inclusão destas ocasionaria no aumento no número de voluntários de acordo com o cálculo amostral e assim aumentaria o nível de dificuldade no controle da pesquisa, podendo ocasionar em falhas metodológicas e assim comprometer a fidedignidade dos resultados obtidos na mesma. Dessa forma, como a presença de homens nas provas de rua ainda ocorre em maioria, a pesquisa foi realizada em apenas indivíduos do sexo masculino.

#### 4.3 Procedimentos prévios à situação experimental

Inicialmente foi realizada uma reunião com todos os corredores que se dispuseram voluntariamente a fazer parte deste estudo. Foram fornecidas informações sobre os objetivos e todos os procedimentos que seriam adotados durante a realização da pesquisa, assim como o esclarecimento de dúvidas e os possíveis riscos e benefícios relacionados à participação nos experimentos.

Em seguida, foi realizada uma avaliação física para caracterização da amostra, que consistiu na mensuração da MC, dobras cutâneas e consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ). A MC (kg) foi medida com os corredores descalços e vestindo apenas um short, utilizando-se uma balança digital (Filizola<sup>®</sup>) com precisão de 0,02 kg. A estatura (cm) foi medida em um estadiômetro com precisão de 0,5 cm (Filizola<sup>®</sup>). As dobras cutâneas subescapular, tríceps, peitoral, subaxilar, suprailíaca, abdominal e coxa foram medidas com um plicômetro (Lange<sup>®</sup>), graduado em milímetros, de acordo com o protocolo de 7 dobras proposto por Jackson & Pollock (1978), sendo estas realizadas em triplicata e sempre pelo mesmo pesquisador.

Para se determinar o  $VO_{2max}$  foi realizado um exercício de intensidade progressiva (BRUCE *et al.*, 1973) em esteira (Quinton Med-Track ST65) até a interrupção voluntária do exercício. As variáveis ventilatórias foram avaliadas utilizando o analisador de gases (BIOPAC System<sup>®</sup>, GasSys2, EUA) previamente calibrado. A frequência cardíaca (FC) foi anotada em cada estágio e no momento da interrupção do exercício. Além disso, a percepção subjetiva de esforço (PSE) foi avaliada ao final de cada estágio através de uma tabela de 15 pontos, sendo 6 o mais fácil e 20 o mais difícil (BORG, 1982). O  $VO_2$  do último minuto de exercício - consumo de oxigênio pico ( $VO_{2pico}$ ) foi considerado como o  $VO_{2máx}$ .

Foi considerado com atingido o  $VO_{2máx}$ , quando pelo menos dois dos critérios estabelecidos pelo ACSM (2000) foram observados:

- FC atingida equivalente a 90%  $FC_{máx}$  prevista pela fórmula ( $FC_{max} = 220 - \text{idade}$ );
- Quociente respiratório (R) > 1,06;
- PSE igual a 20 (BORG, 1982);
- Platô do consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) mesmo com o aumento de carga.

Os testes de esforço foram realizados com a temperatura seca (21 – 23°C) URA (62 - 69%), e com no mínimo 72 horas de antecedência em relação à corrida de meia maratona, sendo sempre monitorados pelo mesmo pesquisador.

#### 4.4 Situação experimental

A pesquisa foi realizada em uma corrida no contorno da lagoa da Pampulha em Belo Horizonte, Minas Gerais. Algumas análises foram feitas no local e outras no Laboratório de Fisiologia do Exercício (LAFISE), localizado no Centro de Excelência Esportiva (CENESP) da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO) da UFMG em parceria com o Laboratório de Fisiologia Renal do Instituto de Ciências Biológicas (ICB), ambos da Universidade Federal de Minas Gerais.

A situação experimental consistiu em correr uma prova oficial de meia maratona (21,1km) em um percurso plano. Antes e após a corrida foram coletadas amostras de sangue, urina e mensurada a MC e os corredores foram identificados com uma braçadeira numerada e colorida para facilitar o acompanhamento durante o experimento.

#### 4.5 A coleta de dados

##### 4.5.1 MC e coleta de urina

Todos os corredores chegaram ao local da prova às 7:00h da manhã (1:00h antes da largada) para a coleta de dados pré-exercício. Inicialmente, eles foram orientados a esvaziar a bexiga em um recipiente descartável e em seguida foi verificada a GEU utilizando um refratômetro portátil (Uridens<sup>®</sup>, Brasil) e o restante da urina foi separado em dois tubos de 1,5 mL e congelado a -20°C para posterior determinação da  $U_{osm}$  e concentração de sódio ( $[Na^+]_{urina}$ ) e de potássio ( $[K^+]_{urina}$ ).

Em seguida, foi medida a MC com os corredores vestindo apenas um short em uma balança digital com precisão de 0,02 kg (Filizola<sup>®</sup>, MF 100, Brasil) e coletadas amostras de sangue venoso através da punção na veia mais proeminente da fossa antecubital (Flashback 25x8, BD Vacutainer<sup>™</sup>, Reino Unido) utilizando um tubo à vácuo de 4,0mL com heparina lítica (Vacuette<sup>®</sup>, Greiner Bio-One Brasil). . Todos os procedimentos de colheita sanguínea foram realizados por pesquisadores devidamente treinados em técnicas de punctura e autorizados para realizar a tarefa e os procedimentos referentes a coletas de dados estão ilustrados na figura 1

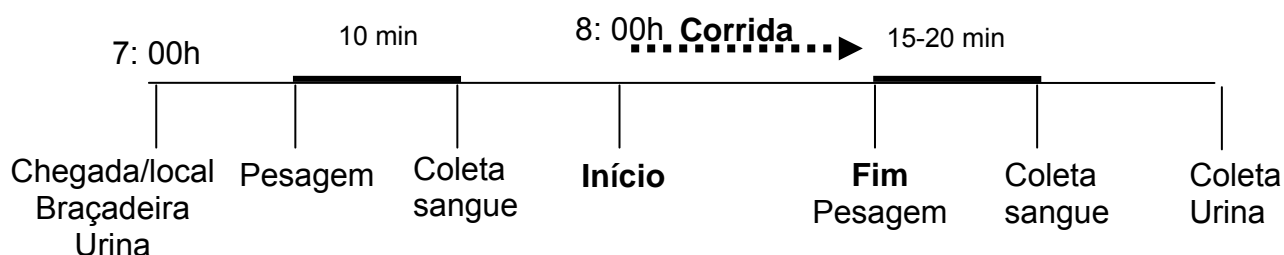


FIGURA 1. Procedimentos referentes a coleta de dados antes e após a corrida

#### 4.5.2 Fornecimento de água

A corrida iniciou-se às 8:00h com os corredores usando short, meias, tênis e camisetas. Ao longo da prova foi ofertada água mineral em garrafas com quantidade conhecida sempre 100m após os postos oficiais de hidratação e este foi o único líquido fornecido aos corredores no percurso. Os corredores foram orientados a escolher a própria estratégia de corrida (ritmo auto-selecionado) a consumir água *ad libitum* sem utilizar esta para se molhar, e em seguida devolver as garrafas em outro posto de controle da pesquisa posicionado 100 m adiante (Figura 2).

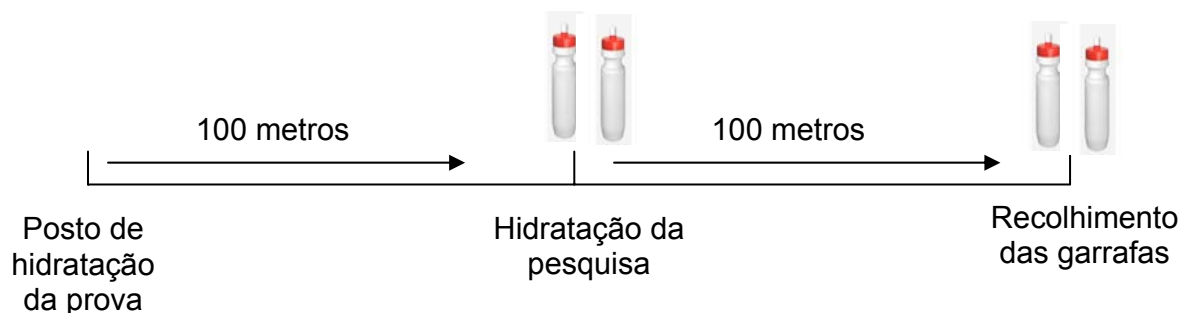


FIGURA 2. Representação esquemática dos postos de fornecimento de água durante a prova.

Os postos de hidratação ficaram localizados nos km 0 – 2,5 – 5,0 – 7,5 – 10,5 - 14,0 - 16.0 - 18,5 e os corredores foram orientados a pegar a garrafa mesmo se não quisessem beber água para padronizar os procedimentos. Nenhum indivíduo foi informado previamente sobre os locais exatos em que seria ofertada água no decorrer da meia-maratona.

Na entrega das garrafas, estas foram etiquetadas e foi registrado o número do participante, para posterior pesagem e controle do volume de água ingerido ao longo

da prova. Para a pesagem das garrafas foi utilizada uma balança digital (Filizola®) com precisão de 0,02 kg.

A temperatura da água fornecida foi de  $7 \pm 2^\circ\text{C}$  e o monitoramento ocorreu a cada 10 minutos de corrida. Para isso foi utilizado um termômetro de mercúrio de escala externa (ALLA Brasil®) Essa análise foi feita em apenas um dos postos de hidratação, no entanto, em todos os postos as garrafas foram armazenadas em bolsas térmicas com gelo com a mesma dimensão. Foram realizados estudos pilotos anteriormente à prova e a temperatura da água não variou de acordo com os postos de hidratação da pesquisa no decorrer do tempo. Todos os colaboradores da pesquisa utilizaram coletes para facilitar sua localização por parte dos corredores. Ao final da prova, os corredores foram imediatamente direcionados aos locais reservados para as coletas de sangue, urina e para a mensuração da MC.

#### 4.5.3 *Processamento do sangue*

Para coleta de sangue (4mL) antes e após a corrida, os corredores foram encaminhados a uma tenda localizada próximo ao local de largada e chegada da corrida, que foi instalada com autorização da organização do evento. Antes da coleta, os indivíduos permaneceram sentados por aproximadamente 10 minutos na situação pré corrida e aproximadamente 15 minutos após a mesma.

As amostras de sangue foram imediatamente enviadas ao laboratório situado próximo ao local da corrida, para determinação da concentração de hemoglobina ([Hb]), hematócrito (Hct),  $P_{\text{osm}}$ ,  $[\text{Na}^+]_{\text{plasma}}$  e concentração de potássio plasmático  $[\text{K}^+]_{\text{plasma}}$ .

A variação do volume plasmático entre as amostras sanguíneas foi calculada a partir da variação da concentração do hematócrito e da hemoglobina, como proposto por Dill & Costill (1974) através da fórmula:

$$\Delta VP(\%) = 100 \frac{[\text{Hb}_B(1 - \text{Hct}_A \times 10^{-2})]}{[\text{Hb}_A(1 - \text{Hct}_B \times 10^{-2})]} - 100$$

Onde: Hb e Hct são os valores de hemoglobina e hematócrito medidos antes (B) e após (A) a meia maratona.

O Hct foi medido, em triplicata, através do método micro-hematócrito: três capilares preenchidos com sangue (aproximadamente 3/4 do capilar), com um dos lados vedado com uma massa específica para esta finalidade. Os capilares foram centrifugados em uma microcentrifuga (Sigma 1-15) a 12000 rotações por minuto, por 5 minutos. O percentual de volume plasmático foi avaliado através de uma tabela para quantificação de Hct. A concentração de Hb foi determinada, em triplicata, através de um método enzimático colorimétrico, utilizando um kit para dosagem de hemoglobina (Hemoglobina, Labtest, Brasil). A leitura da absorbância das amostras foi feita em um espectrofotômetro (CELM E210D) ajustado para um comprimento de onda de 540 nanômetros.

O sangue restante ( $\pm 3,5$  mL) foi centrifugado por 15 min a 3500rpm (Combate, CELM, Brazil) para obtenção de alíquotas de plasma que foram armazenadas em tubos plásticos de 1,5 mL a  $-20^{\circ}\text{C}$  para posterior análise da  $P_{\text{osm}}$ ,  $[\text{Na}^+]_{\text{plasma}}$  e  $[\text{K}^+]_{\text{plasma}}$ . A  $P_{\text{osm}}$  e  $U_{\text{osm}}$  foram determinadas por ponto de congelamento (5004 Micro-Osmette™, Precision Systems Inc., EUA) e as  $[\text{Na}^+]_{\text{plasma}}$ ,  $[\text{K}^+]_{\text{plasma}}$ ,  $[\text{Na}^+]_{\text{urina}}$  e  $[\text{K}^+]_{\text{urina}}$  por fotometria de chama (FC-180, CELM®, Brasil). Todas as análises foram realizadas em triplicata, sendo que a GEU, hct e [Hb] foram analisados na EEFETO imediatamente após a coleta e as demais análises de sangue e urina foram congeladas e analisadas no laboratório de fisiologia renal do ICB.

#### 4.5.4 Variáveis calculadas

O  $\Delta\text{MC}$  foi calculado a partir da diferença entre a MC antes e após a prova subtraindo a massa de urina excretada após a prova, uma vez que a pesagem ocorreu antes dos corredores urinarem. O percentual de desidratação (% desidratação) foi calculado através da seguinte fórmula:

$$\% \text{ desidratação} = [(MC_{\text{pré}} / (MC_{\text{pós}} - U) \times 100) - 100]$$

Sendo:  $MC_{\text{pré}}$  = massa corporal pré-exercício, em kg;  $MC_{\text{pós}}$  = massa corporal pós-exercício, em kg; U = massa da urina excretada pós-exercício, em kg.

A sudorese total, em litros de suor, foi calculada através da diferença entre a MC antes e após a corrida, acrescido o volume de água ingerido e subtraídos o volume de sangue retirado e a massa de urina excretada. Para o cálculo da taxa de sudorese ( $L \cdot \text{min}^{-1}$ ), dividiu-se a sudorese total pelo tempo gasto para completar a prova (DUGAS *et al.*, 2009).

A cada 10 minutos as temperaturas seca ( $T_{\text{seca}}$ ), úmida ( $T_{\text{úmida}}$ ), de globo ( $T_{\text{globo}}$ ) e o Índice de Bulbo Úmido e Temperatura de Globo (IBUTG) foram medidos através do aparelho Medidor de Estresse Térmico (TGD 200) e a velocidade do vento através de um anemômetro (Turbo Meter<sup>TM</sup>/ Davis Instruments).

#### 4.6 Análise estatística

Para verificar a normalidade de distribuição dos dados foi utilizado o teste de Ryan-Joiner e Levene e a comparação dos resultados antes e após a corrida foi realizada utilizando o teste de *t student* pareado. Para testar a associação entre as variáveis foi utilizada a correlação de produto momento de Pearson. O nível de significância adotado foi  $p \leq 0,05$  e todos resultados estão apresentados como média e desvio padrão. Para análise dos dados foi utilizado o *Software SigmaStat 3.5*.

## 5 RESULTADOS

Os corredores completaram o percurso de 21,1 km com um tempo médio de  $111,9 \pm 9,5$  minutos. O  $\Delta MC$  foi de  $-1,86 \pm 0,14$  kg ( $2,4 \pm 0,39\%$ ;  $p < 0,05$ ) figura 3, e o consumo de água foi de  $0,82 \pm 0,4$ L. A taxa de sudorese foi de  $1,44 \pm 0,18$ L.h<sup>-1</sup> e as condições ambientais durante a corrida foram:  $25,07 \pm 2,13$ °C de temperatura de bulbo seco,  $22,25 \pm 1,7$ °C de IBUTG,  $54,7 \pm 2,6\%$  de URA e a velocidade do vento de  $0,41 \pm 0,44$  m.s<sup>-1</sup>.

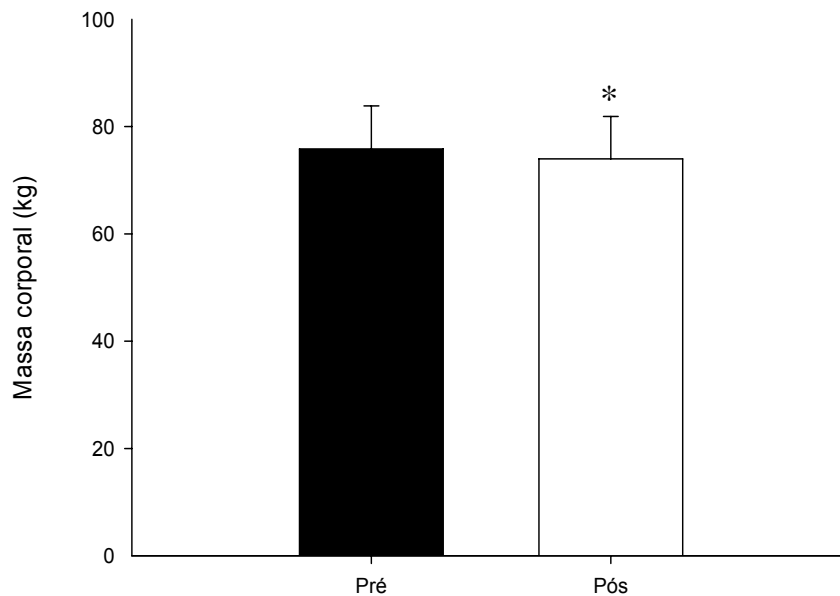


Figura 3. Massa corporal (kg) dos corredores de rua antes e após a 1/2 maratona. \* diferença em relação a pré.  $p < 0,05$ .

### 5.1 Variáveis sanguíneas

Os corredores tiveram uma  $\Delta\%VP$  de  $-9,79 \pm 4,6\%$  entre as medidas pré e pós corrida. A  $P_{osm}$  aumentou de  $288 \pm 4$  para  $296 \pm 6$  mOsm.kg<sup>-1</sup> ( $p < 0,01$ ; Figura 4) e a  $[Na^+]_{plasma}$  foi maior ao final em relação ao início da corrida (pré:  $136 \pm 2$ ; pós:  $142,5 \pm 8,2$  mEq.L<sup>-1</sup>;  $p < 0,05$ ; Figura 5). Por sua vez, a  $(K^+)_{plasma}$  não foi diferente entre esses dois momentos ( $3,6 \pm 0,5$  vs  $3,4 \pm 0,6$  mEq.L<sup>-1</sup>;  $p > 0,05$ ; Figura 6).

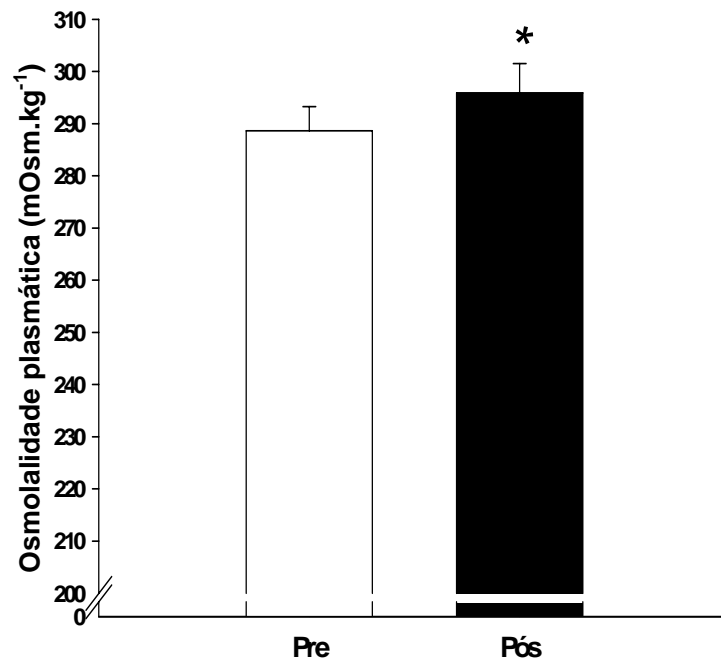


FIGURA 4. Osmolalidade plasmática (mOsmol.kg<sup>-1</sup>) antes e após a meia-maratona. \* diferença em relação à pré. p<0,01.

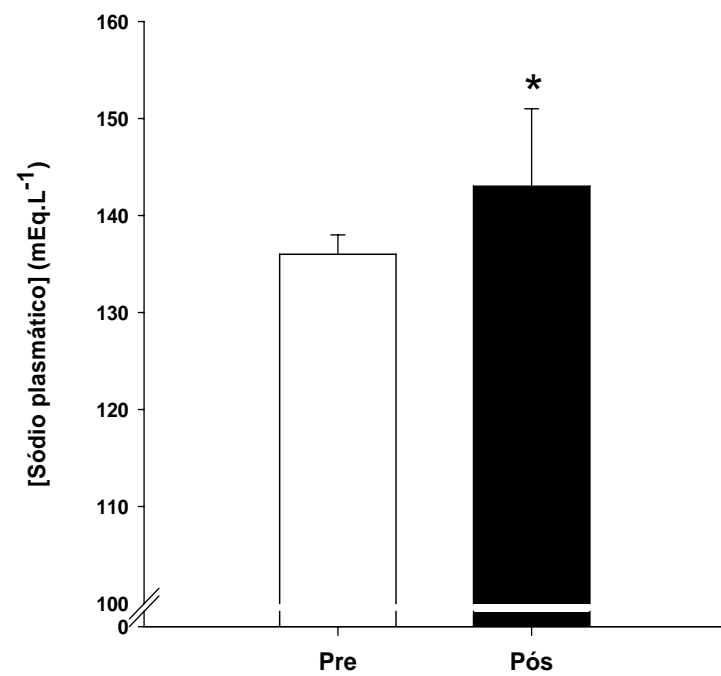


FIGURA 5. Concentração plasmática de sódio antes e após a meia-maratona \* diferença em relação a pré. p<0,05.

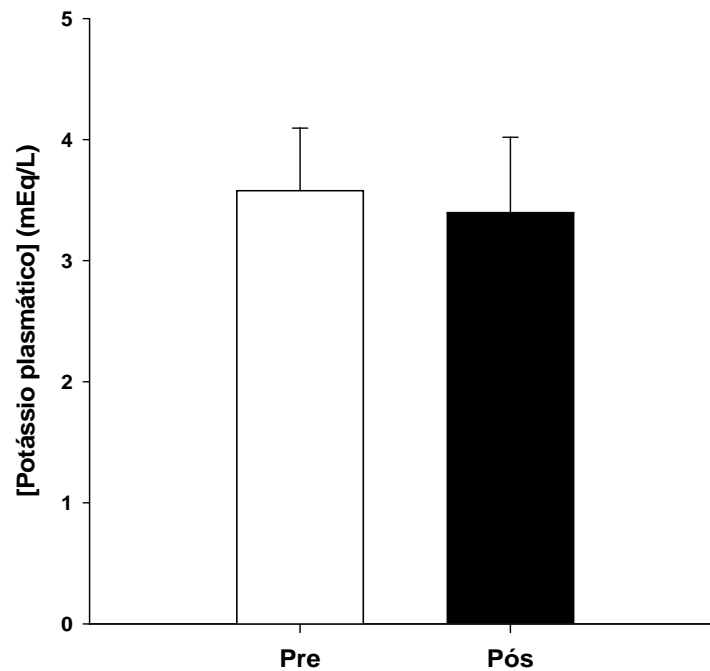


FIGURA 6. Concentração plasmática de potássio antes e após a meia-maratona.

## 5.2 Variáveis urinárias

Os resultados das variáveis urinárias são apresentados na tabela 2. A GEU não foi diferente entre os momentos pré e pós corrida ( $1018 \pm 8$  vs  $1018 \pm 6$  g.mL<sup>-1</sup>;  $p > 0,05$ ). Da mesma forma, a  $U_{osm}$  não foi diferente entre esses dois momentos ( $595 \pm 291$  vs  $513 \pm 215$  mOsm.kg<sup>-1</sup>;  $p > 0,05$ ), bem como a  $[K^+]_{urina}$  ( $38 \pm 24$  vs  $45 \pm 16$  mEq.L<sup>-1</sup>;  $p > 0,05$ ). Por sua vez, a  $[Na^+]_{urina}$  foi significativamente menor no período pós-exercício ( $110 \pm 51$  vs  $72 \pm 54$  mEq.L<sup>-1</sup>,  $p < 0,01$ ).

TABELA 2: Variáveis urinárias antes e após a meia-maratona. Valores em média  $\pm$  desvio padrão.

	Gravidade específica (g.mL <sup>-1</sup> )	Osmolalidade (mOsm.kg <sup>-1</sup> )	[Sódio] (mEq.L <sup>-1</sup> )	[Potássio] (mEq.L <sup>-1</sup> )
<b>Pre</b>	1,018 $\pm$ 8	595 $\pm$ 291	110 $\pm$ 51	38 $\pm$ 24
<b>Pos</b>	1,018 $\pm$ 6	513 $\pm$ 215	72 $\pm$ 54*	45 $\pm$ 16

\* Diferença significativa Pre x Pos.  $p < 0,01$

Correlações: A tabela 4 apresenta as correlações entre  $\Delta$  osmolalidade do plasma com outros marcadores da variação do estado de hidratação dos corredores em decorrência da meia-maratona. Foi observada correlação não-significativa entre o  $\Delta P_{osm}$  com a  $U_{osm}$  ( $r = -0,082$ ,  $p = 0,71$ ), com  $\Delta GEU$  ( $r = -0,109$ ,  $p = 0,780$ ) e com  $\Delta MC$  ( $r = 0,266$ ,  $p = 0,358$ .)

TABELA 3. Correlação entre  $\Delta$  osmolalidade do plasma com outros marcadores da variação do estado de hidratação dos corredores em decorrência da meia-maratona.

Variável	r	p
$\Delta$ osmolalidade urinária ( $mOsm.kg^{-1}$ )	-0,08	0,71
$\Delta$ gravidade específica da urina ( $g.mL^{-1}$ )	-0,11	0,78
$\Delta$ massa corporal (kg)	0,27	0,36

TABELA 4. Ingestão de água,  $\Delta MC$ ,  $\Delta P_{osm}$ , sudorese e volume de urina pós exercício dos corredores

Corredor	Ingestão de $H_2O$ (L)	$\Delta MC$ kg	$\Delta P_{osm}$ $mOsm.kg^{-1}$	Sudorese total (L)	Volume de urina pós (L)
1	0,74	-1,88	+9	2,62	0,38
2	0,74	-1,74	+7	2,48	0,28
3	0,64	-1,68	+12	2,32	0,08
4	0,54	-2,02	+3	2,56	0,08
5	0,74	-1,98	-1	2,72	0,14
6	0,46	-1,86	-1	2,32	0,12
7	0,7	-1,82	+16	3,02	0,10
8	0,58	-2,28	+6	2,86	0,14
9	0,98	-1,80	+10	2,78	0,22
10	1,28	-1,72	+5	3,00	0,04
11	0,42	-2,42	+7	2,84	0,10
12	0,88	-1,56	+11	2,44	0,12
13	1,96	-0,74	+10	2,70	0,12
14	0,78	-1,94	+12,5	2,72	0,04
Média	0,82	-1,86	+7	2,67	0,14
Dp	0,40	0,41	5	0,23	0,09

## 6 DISCUSSÃO

O principal achado desse estudo foi que durante a prova de meia maratona, houve alterações na MC,  $P_{osm}$  e  $[Na^+]_{plasma}$ , o mesmo não ocorrendo com as variáveis urinárias: GEU e  $U_{osm}$ . Os corredores apresentaram aumento da  $P_{osm}$  (pré=  $288 \pm 4$  mOsm.kg<sup>-1</sup> vs pós:  $296 \pm 6$  mOsm.kg<sup>-1</sup>) e redução da MC (-2,4%). Esses valores encontrados ao final da prova foram superiores aos índices de referência sugeridos por alguns autores como limites para o estado de euhidratação: 289 mOsm.kg<sup>-1</sup> para  $P_{osm}$  (SENAY, 1979; SAWKA *et al.*, 2007; CHEUVRONT & SAWKA, 2005) e 1% de redução da MC (SAWKA *et al.*, 2007). No entanto, os valores de desidratação observados podem não ter influenciado na prática do exercício, uma vez que nenhum corredor apresentou um quadro clínico que sugerisse um estresse fisiológico que mostrasse um risco para a saúde. O único corredor que não completou a prova, alegou a incidência de problemas musculares. Assim, não foi necessário nem mesmo um socorro médico imediato e apenas o monitoramento do indivíduo por parte dos pesquisadores ao final da corrida.

Alguns pesquisadores propuseram a utilização da  $\Delta$  da  $P_{osm}$  (CASA *et al.*, 2005; OPPLIGER *et al.*, 2005; CHEUVRONT ; SAWKA, 2005; POPOWSKY *et al.*, 2001) e as alterações no conteúdo de água corporal (CHEUVRONT; SAWKA, 2005) como padrão ouro para avaliação do estado de hidratação, sendo que segundo Sawka *et al.* (2007), esta última pode ser estimada pela  $\Delta MC$ . Durante o exercício houve alterações na MC e na  $P_{osm}$ , principalmente devido à perda hídrica causada pela sudorese. No presente estudo, os corredores suaram em média 2,67 L durante os 111,9 min gastos para percorrer os 21,1 km, o que representou uma taxa de sudorese de 1,44 L.h<sup>-1</sup>. Apesar disso, nenhum indivíduo apresentou quadro de hiponatremia –  $[Na^+]_{plasma} > 130$  mEqL<sup>-1</sup> (ACSM, 2009), e os corredores completaram a prova sem acusarem problemas de saúde, sendo que os desconfortos acusados por estes se limitaram a dores musculares e cansaço físico que são peculiares nas provas com essa distância quando realizadas por indivíduos com as características dos estudados.

O volume de água ingerido no presente estudo foi semelhante aos verificados por Byrne *et al.* (2006), Lippi *et al.* (2008a) e Lippi *et al.* (2008b), que observaram que corredores consumiram um volume médio de água de  $0,74 \pm 0,52\text{L}$  ( $0,38 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$ ),  $0,7 \pm 0,3$  ( $0,45 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$ ) e  $0,7 \pm 0,3\text{L}$ , respectivamente, durante provas de meia-maratona. Em contrapartida, Burke *et al.* (2005), verificaram um consumo de  $0,39 \pm 0,18 \text{ L}$  de água ( $0,32 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$ ), valores menores que os observados em nosso estudo, provavelmente pelo fato desse estudo ter sido realizado em temperaturas ambientais inferiores ( $\pm 14,5^\circ \text{C}$ , URA  $\pm 39\%$ ).

O objetivo da ingestão de líquidos durante o exercício é prevenir a desidratação excessiva ( $\geq 2\%$  de redução da MC), a qual pode provocar mudanças no equilíbrio hidroeletrólítico e comprometer o desempenho físico (SAWKA *et al.*, 2007). Noakes (2003) sugere uma ingestão de  $0,4$  a  $0,8\text{L}\cdot\text{h}^{-1}$  de água por corredores de longa distância, sendo que corredores mais rápidos devem ingerir maiores taxas em relação aos mais lentos. Entretanto, Sawka *et al.* (2007) propuseram que uma reposição de apenas  $0,4\text{L}\cdot\text{h}^{-1}$  pode ocasionar em perdas de até  $3\%$  da MC, o que está de acordo com o presente estudo, uma vez que o consumo total de água foi de  $0,82 \pm 0,39 \text{ L}$  ( $0,45 \pm 0,23\text{L}\cdot\text{h}^{-1}$ ), proporcionando uma redução de  $2,4\%$  da MC.

Segundo Sawka *et al.* (2007), a análise da MC antes e após o exercício pode ser utilizada para avaliar de forma não invasiva mudanças no estado de hidratação, por estimar a perda de água corporal em decorrência da atividade física. De acordo com IOC - International Olympic Committee, (2004) uma redução da MC ( $<2\%$ ) é tolerável durante o exercício prolongado, enquanto reduções superiores a  $2\%$  na MC podem comprometer o desempenho físico e aumentar o risco de aparecimento das doenças relacionadas ao calor (SAWKA *et al.*, 2007; CASA *et al.*, 2000; COYLE, 2004). No entanto, no presente estudo, apesar da redução de  $2,4\%$  MC nenhum corredor apresentou um quadro clínico que sugerisse a presença dessas doenças, apresentando apenas cansaço físico o que é esperado devido ao exercício realizado.

Apesar da frequente utilização da avaliação do estado de hidratação através do  $\Delta\text{MC}$ , Knechtle *et al.* (2009) sugerem que esse método deve ser utilizado com cautela. Esses autores observaram um aumento na concentração de uréia

plasmática em ciclistas após uma ultramaratona e, por isso propuseram que a variação na MC observada também pode ter sido resultado de redução na massa muscular, e não somente de perdas hídricas. No entanto, a prova avaliada por esses autores durou em média 5,8h, tempo superior ao do presente estudo.

Estudos anteriores mostraram evidências de que os líquidos corporais perdidos durante o exercício realizado no calor são derivados em grande parte do plasma (LEE; MULDER, 1935; SENAY, 1979), dessa forma, alguns autores sugerem a análise da  $P_{osm}$  como um padrão ouro juntamente com o conteúdo total da água corporal (CHEUVRONT; SAWKA, 2005; SAWKA *et al.*, 2005) para avaliação do estado de hidratação. No entanto, essa afirmação pode ser questionada principalmente pelo fato da distribuição da água corporal no espaço intra e extracelular e o mecanismo neuroendócrino que mantém a  $P_{osm}$  em seus limites fisiológicos serem instáveis (ARMSTRONG, 2007).

No presente estudo, apesar das alterações observadas na MC e  $P_{osm}$  antes e após o exercício, os resultados não mostraram correlação entre essas variáveis. Apesar disso, Senay (1968) observaram correlação significativa entre osmolalidade sérica e  $\Delta MC$ , em um estudo envolvendo desidratação progressiva e reidratação. Nesse estudo, no processo de desidratação não houve oferta de líquidos e na reidratação o fornecimento de água ocorreu de maneira programada.

No presente estudo, não foi padronizada uma refeição antes da corrida, nem mesmo foi estipulado o volume de líquido a ser consumido antes e durante a prova, sendo que os corredores foram orientados a seguir o seu padrão normal de ingestão. Embora tenha sido considerada a urina excretada antes e após a corrida, não foi possível a avaliação do conteúdo da água não absorvida, nem mesmo a taxa de esvaziamento gástrico, o que pode ter influenciado a avaliação da MC, uma vez que parte do líquido ingerido vai ser excretado em forma de fezes ou permanecer no trato gastrointestinal (MAUGHAN *et al.*, 2007), não reduzindo, portanto, a  $P_{osm}$ .

De fato, uma observação individual do V13 mostra que o mesmo apresentou taxa de sudorese (2,7L) e excreção de urina pós exercício (0,12L) semelhantes à média. Apesar desse indivíduo ter consumido o maior volume de água durante a prova em

relação aos outros corredores (1,96L) e ter o menor  $\Delta MC$  (-0,74 kg), a  $P_{osm}$  aumentou similarmente aos outros (10 mOsm.kg<sup>-1</sup>). Esse resultado pode indicar a influência da água não absorvida na avaliação do  $\Delta MC$ .

Além da limitação ocasionada pela ingestão de líquidos, alimentação e absorção intestinal para avaliar o estado de hidratação através do  $\Delta MC$  (KAVOURAS, 2002), outros fatores intervenientes tais como a água proveniente do metabolismo de substratos e quebra de glicogênio hepático e muscular, podem influenciar na análise do balanço hídrico através do  $\Delta MC$ . De acordo com Noakes (2002) essas fontes podem formar uma quantidade considerável de água durante o exercício físico prolongado.

Estima-se que durante uma maratona, são utilizados 400g de carboidratos por corredores de elite (WILLIAMS, 1989) e assim, considerando o valor de aproximadamente 3g de água por grama de glicogênio, esse processo resultará na liberação de 1,2L de água e esse volume ficará disponível para ser utilizado em funções fisiológicas como a sudorese ou produção de urina, sem levar a grandes alterações na  $P_{osm}$  (MAUGHAN *et al.*, 2007).

De acordo com Ladell *et al.* (1955), há cerca de 2L de água disponível circulante que pode ser perdida pelo corpo sem que ocorram comprometimentos nas funções fisiológicas. De fato, Armstrong *et al.* (1994) observaram que a redução de 1,85% da MC não proporcionou mudanças na  $P_{osm}$ . Francesconi *et al.* (1987) sugerem a existência de um limiar de redução da MC para ocorrerem alterações na  $P_{osm}$ . Esses autores observaram a manutenção do VP até a perda correspondente a 3% da MC, o que evitou o aumento da  $P_{osm}$ , uma vez que durante o exercício, a redução do VP é acompanhada pelo aumento da  $P_{osm}$  (FORTNEY *et al.*, 1981).

Apesar disso, no presente estudo, a redução de 2,4% na MC foi suficiente para se observar diferenças na  $P_{osm}$  e no VP. Essa discrepância em relação aos estudos de Francesconi *et al.* (1987) e Armstrong *et al.* (1994) pode ser explicada pelo fato do estudo de Francesconi *et al.* (1987) ter sido realizado em uma altitude maior, e pela pequena mudança no estado de hidratação observada por Armstrong *et al.* (1994).

De fato, pequenas mudanças no estado de hidratação podem surgir dentro das oscilações normais (CHEUVRONT; SAWKA, 2005), ocasionando mínimas mudanças da  $P_{osm}$  durante a desidratação aguda que podem ser corrigidas provavelmente por adaptações renais para manter o VP (GRANDJEAN *et al.*, 2003). De acordo com Armstrong (2007), a  $P_{osm}$  pode não acessar o estado de hidratação com total segurança uma vez que o conteúdo da água corporal, o consumo e a perda de líquidos são flutuantes (GREENLEAF, 1992) e variam em função do estado de hidratação pré-exercício. Popowski *et al.* (2001) verificaram que mesmo após 60 minutos de reidratação, a  $P_{osm}$  não voltou aos valores basais, mostrando que mesmo com a alteração do conteúdo da água corporal nesse período, a  $P_{osm}$  não reduziu concomitantemente à ingestão de líquidos.

Um outro fator relevante é que apesar da ingestão de água nos postos de hidratação ocorrerem *ad libitum* sendo, no entanto, limitado em locais específicos, fatores culturais podem ter influenciado nesse procedimento (GREENLEAF, 1992), de forma que alguns corredores preferem ingerir uma quantidade maior de água de uma só vez, outros preferem o fracionamento do volume em várias etapas. Fígaro & Mack (1997) sugerem que receptores orofaríngeos influenciam o mecanismo da sede, sendo que a própria deglutição do líquido pode iniciar o processo inibitório do AVP e da sede, sem provocar alterações na  $P_{osm}$ . Além disso, os corredores não tinham conhecimento prévio dos locais exatos em que a água seria ofertada e isso pode ser um fator que influenciou o padrão de ingestão, uma vez que sem saber quando iriam ter água disponível, os corredores provavelmente tiveram dificuldade para traçar uma melhor estratégia de ingestão baseada na sede.

Cheuvront & Sawka (2005) propuseram a utilização de outros parâmetros para análise do estado de hidratação, tais como a  $[Na^+]_{plasma}$  e alterações no VP, sendo o aumento da  $[Na^+]_{plasma}$  fundamental no aumento da  $P_{osm}$  durante o exercício prolongado (HEW-BUTLER *et al.*, 2006; 2007). De fato, no presente estudo foi observado um aumento da  $[Na^+]_{plasma}$  após a corrida, assim como da  $P_{osm}$ . No entanto, esses resultados não estão de acordo com os achados de Knechtle *et al.* (2009), que observaram reduções na  $[Na^+]_{plasma}$  após 120 km de ciclismo. Uma possível explicação para esse fato é que a taxa do consumo de líquidos observada no estudo de Knechtle *et al.* (2009) ( $0,7 \pm 0,2 \text{ L.h}^{-1}$ ) foi superior a do presente estudo

( $0,45 \pm 0,23 \text{L}\cdot\text{h}^{-1}$ ). Apesar de Knechtle *et al.* (2009) utilizarem a análise das  $[\text{Na}^+]_{\text{plasma}}$ , os mesmos sugerem a utilização da  $P_{\text{osm}}$  para avaliar o estado de hidratação, uma vez que esta medida envolve todos os solutos presentes no plasma e não somente a  $[\text{Na}^+]_{\text{plasma}}$  (HEW-BUTLER *et al.*, 2006). Além disso, a relação entre o estado de hidratação e a  $P_{\text{osm}}$  é menos instável em comparação com a  $[\text{Na}^+]_{\text{plasma}}$  (BARTOK *et al.*, 2004; SENAY, 1979).

No presente estudo foi observada uma redução do VP dos corredores ( $-9,8 \pm 4,6 \%$ ) em decorrência da meia-maratona. Esse resultado corrobora os achados de Lippi *et al.* (2008a) e Lippi *et al.* (2008b) que observaram uma redução de  $8,0 \pm 1,0 \%$  e  $7,6 \pm 0,9 \%$  no VP de corredores em provas com percurso similar.

Assim como a  $[P_{\text{osm}}]$  e  $[\text{Na}^+]_{\text{plasma}}$ , a concentração do  $[\text{K}^+]$  pode ter relação direta com o estado de hidratação (BARTOK *et al.*, 2004; GODEK *et al.*, 2005) e da dieta, sendo que sua excreção pode variar no decorrer do dia (GODEK *et al.*, 2005).

Segundo Consolazio *et al.* (1963), apesar das perdas de potássio através do suor serem pequenas, estas devem ser consideradas para a análise do equilíbrio hidroeletrólítico. No presente estudo, a  $[\text{K}^+]_{\text{plasma}}$  não foi alterada comparando antes e depois da corrida. Esse resultado está de acordo com os achados de Knechtle *et al.* (2009) que não observaram alteração na  $[\text{K}^+]_{\text{plasma}}$  comparando antes e após indivíduos percorrem 120 km de ciclismo, embora houvesse uma redução da MC em média de 1,9%. Nossos resultados corroboram ainda os achados de Bartok *et al.* (2004), que submeteram lutadores a um protocolo de desidratação e não encontraram diferença significativa na  $[\text{K}^+]_{\text{plasma}}$  comparando o estado de euhidratação com hipohidratação.

Por sua vez, Rose *et al.* (1970) observaram que, na corrida de maratona (duração: 3-4 horas) houve aumento da  $[\text{K}^+]_{\text{plasma}}$ . Da mesma forma, Costill & Fink (1974) observaram aumentos na  $[\text{K}^+]_{\text{plasma}}$  quando os indivíduos foram desidratados de forma passiva ou com a prática de exercício físico, sendo que com o exercício foram observadas as maiores  $[\text{K}^+]_{\text{plasma}}$ . Diante disso, é sugerido que as alterações nas  $[\text{K}^+]_{\text{plasma}}$  estão relacionadas principalmente ao extravasamento desse eletrólito para o meio extracelular devido ao exercício (GODEK *et al.*, 2005; ROSE *et al.*, 1970).

Os resultados das variáveis sanguíneas analisadas no presente estudo reforçam a sugestão de González-Alonso *et al.* (1998) e Saltmarsh (2001), de que a combinação do estresse térmico ambiental com a desidratação induzida pelo exercício pode ter como respostas diretas a redução do VP e aumento da  $P_{osm}$ .

Durante o exercício, a taxa de produção de urina é reduzida, principalmente devido à ação do hormônio AVP que causa reabsorção de água, aumentando a concentração da urina e ainda devido ao redirecionamento do fluxo sanguíneo renal para a musculatura ativa. Diante disso, a análise da concentração da urina surge como uma boa ferramenta para analisar o estado de hidratação (ARMSTRONG *et al.*, 1994; BARTOK *et al.*, 2004; SHIRREFFS e MAUGHAN, 1998).

Embora a GEU seja considerada uma variável sensível para avaliar a perda de líquidos após o exercício realizado no calor (ARMSTRONG *et al.*, 1998; OPPLIGER *et al.*, 2005), no presente estudo, mesmo com uma redução de 2,4% da MC não houve alterações significativas na GEU. Esse resultado corrobora os achados de Oppliger *et al.* (2005) que observaram que a GEU só alterou após reduções superiores a 3% da MC. Além disso, no presente estudo não foram observadas correlações significativas entre a  $\Delta P_{osm}$  e as variáveis urinárias ( $\Delta GEU$  e  $\Delta U_{osm}$ ), o que está de acordo com Popowski *et al.* (2001) que obtiveram resultados semelhantes utilizando protocolo de desidratação e subsequente reidratação.

O estado hipohidratado é considerado quando a GEU encontra-se superior a  $1.029 \text{ g.mL}^{-1}$  (ARMSTRONG *et al.*, 1994; FRANCESCONI *et al.*, 1987) e a  $U_{osm}$  superior a  $900 \text{ mOsm.kg}^{-1}$ , sendo que esses valores são geralmente observados quando ocorrem reduções  $\geq 1,9\%$  na MC (SHIRREFFS; MAUGHAN, 1998). Apesar de utilizada na prática, a avaliação do estado de hidratação através de variáveis urinárias tem sido questionada (POPOWSKY *et al.*, 2001; HAMOUTI *et al.*, 2010).

Com o objetivo de verificar a incidência de falso-positivo para hipohidratação, Hamouti *et al.* (2010), avaliaram a  $U_{osm}$  e a GEU de jogadores de rugby e de corredores e relacionaram com a  $P_{osm}$  (padrão ouro). Os jogadores apresentaram maiores valores da GEU e de  $U_{osm}$  em relação aos corredores, para uma  $P_{osm}$

semelhante. A elevada GEU observada nos jogadores de rugby foi relacionada à maior massa muscular desses indivíduos e não necessariamente a um estado de hipohidratação (HAMOUTI *et al.*, 2010). Da mesma forma, Shirrefs & Maughan (1998) observaram diferenças nos valores de  $U_{osm}$  em indivíduos com composição corporal diferentes ( $775 \pm 263 \text{ mOsm.kg}^{-1}$ ) vs ( $627 \pm 186 \text{ mOsm.kg}^{-1}$ ) ( $p < 0,01$ ) e Silva *et al.* (2010) verificaram maiores GEU em homens em relação à mulheres antes e após uma hora de corrida.

De acordo com Hamouti *et al.* (2010), metabólitos presentes na urina podem aumentar a GEU independentemente da  $P_{osm}$ , ocasionando uma interpretação errônea do estado de hidratação. Além disso, hábitos culturais (bebidas e alimentos ingeridos) podem influenciar a  $U_{osm}$ , como demonstrado por Manz & Wentz (2003) que identificaram uma ampla variação na  $U_{osm}$  entre alemães ( $860 \text{ mOsm.kg}^{-1}$ ) e poloneses ( $392 \text{ mOsm.kg}^{-1}$ ).

No presente estudo, não foi padronizado o tempo entre a última ingestão de água e a coleta da urina, por ter sido estudada uma situação real de prova. Esse fato pode ter influenciado os resultados encontrados na GEU e  $U_{osm}$  ao término da corrida. Isso porque a ingestão de um grande volume de água pode estimular a produção de grandes volumes de urina sem que o déficit de água corporal tenha sido suprido (ARMSTRONG *et al.*, 1998; POPOWSKI *et al.*, 2001). Shirreffs *et al.* (1996) demonstraram que o consumo de grandes volumes de líquido hipotônico resultou em uma grande produção de urina antes que o estado de euhidratação fosse alcançado. Assim, as variáveis urinárias podem não responder de forma eficaz a mudanças rápidas no estado de hidratação (POPOWSKI *et al.*, 2001).

Os corredores apresentaram uma redução da  $[Na^+]_{urina}$  ao final do exercício. Isso possivelmente foi causado por uma retenção de sódio mediado pelo hormônio Aldosterona na tentativa do corpo manter o equilíbrio hidroeletrólítico (BENARD *et al.*, 2009). De acordo com Thornton (2010) em condições de hipovolemia (como ocorre na desidratação), a liberação de aldosterona é estimulada, aumentando a reabsorção de sódio nos rins na tentativa de atenuar a redução do VP.

Assim como nas análises plasmáticas, a  $[K^+]_{urina}$  permaneceu inalterada antes e após o exercício, mesmo com os corredores em estado de hipohidratação. Segundo Godek *et al.* (2005), o potássio extravasado durante o exercício para o líquido extracelular deve ser excretado, aumentando assim sua concentração na urina. De fato, Bartok *et al.* (2004) observaram o aumento significativo da  $[K^+]_{urina}$  em decorrência da desidratação, no entanto isso pode estar relacionado não somente ao estado de hidratação, mas também aos hábitos alimentares (GODEK *et al.*, 2005).

## 7 CONCLUSÃO

Em conclusão, a GEU e a  $U_{osm}$  não refletiram com precisão as alterações no estado de hidratação dos corredores de rua após a meia maratona, uma vez que não refletiram o processo de desidratação observado pela  $P_{osm}$  e pelo  $\Delta MC$ . Apesar do fato do  $\Delta MC$  não apresentar correlação significativa com o  $\Delta P_{osm}$ , ambos métodos indicaram que os indivíduos se desidrataram durante o exercício, embora o nível de hipohidratação provavelmente não tenha sido um fator limitante para a prática do exercício realizado, sendo portanto, tolerável para a realização da atividade. Esses resultados mostram que o  $\Delta MC$  é um método prático e parece ser suficientemente sensível para avaliar o estado de hidratação.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE – ACSM (2009) American dietetic association dietitians of Canada. Joint position statement. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, p. 709-731, 2009.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE – ACSM. Guidelines for exercise testing and prescription, 6. ed, p. 368, 2000.

ARMSTRONG, L. E. Assessing Hydration Status: the elusive gold standard. **American College of Nutrition**, v.26, n. 5, p. 575S–584S, 2007.

ARMSTRONG, L. E.; HERRERA-SOTO J.; HACKER, F. T.; CASA, D. J.; KAVOURAS, S. A.; MARESH, C. M. Urinary indices during dehydration, exercise and rehydratation. **International Journal of Sport nutrition**, v. 8, n. 4, p. 345-355, 1998

ARMSTRONG, L. E.; MARESH, C. M.; CASTELLANI, J. W. Urinary indices of hydration status International. **Journal of Sport nutrition**, v. 4, n. 3, p. 265-279, 1994.

BARBOSA, A. R.; SZTAJNBOK, J. Distúrbios hidroeletrólíticos - Fluid and electrolyte disorders. **Jornal de Pediatria**, v. 75: S223-S233, 1999.

BARTOK, C.; DALE, A. S.; SULLIVAN, J. C.; CLARK, R. R.; LANDRY, G. L. Hydration testing in collegiate wrestlers undergoing hypertonic dehydration. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 3, p.510-517, 2004.

BENARD, L.; MILLIEZ, P.; AMBROISINE, M. L.; MESSAOUDI, S.; SAMUEL, J. L.; DELCAYRE, C. Effects of aldosterone on coronary function. **Pharmacological Reports**, v. 61, p. 58-66, 2009.

BORG, G. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 14, p. 377-381, 1982.

BRUCE, R. A.; KUSUMI, F. HOSMER, D. Maximal oxygen and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. **American Heart Journal**, v. 85, p. 4, p. 546-62, 1973.

BURKE, L. M.; WOOD, C.; PYNE, D. B.; TELFORD, R. D.; SAUNDERS, P. U. Effect of carbohydrate intake on half-marathon performance of well-trained runners. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 15, p. 573-589, 2005.

BYRNE, C. ; LEE, J. K. W.; CHEW, S. A. N; LIM, C. L.; TAN, Y. M. Continuous thermoregulatory responses to mass-participation distance running in heat. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 38, n. 5, p 803-810, 2006.

CASA J. D.; CLARKSON P. M.; ROBERTS, W. O. American College of Sports Medicine Roundtable on hydration and physical activity: consensus statements. **Current Sports Medicine Reports**, v. 4, p. 115-127, 2005.

CASA, D. J.; ARMSTRONG, L. E.; HILLMAN, S. K. MONTAIN, S. J.; REIFF, R. V.; RICH, B. S. E; ROBERTS, W. O.; STONE, J. A; JENNIFER A. National athletic trainers association position statement: fluid replacement for athletes. **Journal of Athletic Training**, v. 35, p. 212-224, 2000.

CHEUVRONT, S. N.; SAWKA, M. N. Hydration assessment of athletes. **Sports Science Exchange** 97, v. 18. n. 2, 2005.

CHEUVRONT, S. N.; CARTER, R.; SAWKA, M.N. Fluid balance and endurance exercise performance. **Current Sports Medicine Reports**, v. 2, p. 202-208, 2003.

CONSOLAZIO C. F.; MATOUSH, L. O.; NELSON, R. A.; HARDING, R. S.; CANHAM, J. E. Excretion of sodium, potassium, magnesium and iron in human sweat and the relation of each to balance and requirements. **The Journal of Nutrition**, v. 79, p. 407-415, 1963.

COSTILL, D. L., FINK, W. J. Plasma volume changes following exercise and thermal dehydration. **Journal of Applied Physiology**, v. 37, n. 4 , p. 521-525, 1974.

COYLE, E. F. Fluid and fuel intake during exercise. **Journal of Sports Sciences**, v. 22, p. 39- 55, 2004.

DALLARI, M. M. **Corrida de rua: um fenômeno sócio-cultural contemporâneo**. 2009. 130 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

DARIES, H. N.; NOAKES, T. D.; DENNIS, S. C. Effect of fluid intake volume on 2h running performances in a 25°C environment. **Medicine and Science in sport and exercise**. v. 32, n. 10, p. 1783-1789, 2000.

DILL, D. B.; COSTILL, D. L. Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma and red cells in dehydration. **Journal of Applied Physiology**, v. 37, p. 247-248, 1974.

DUGAS, J. P.; OOSTHUIZEN, U.; TUCKER, R.; NOAKES, T. D. Rates of fluid ingestion alter pacing but not thermoregulatory responses during prolonged exercise in hot and humid conditions with appropriate convective cooling. **European Journal of Applied Physiology**, v. 105, p. 69-80, 2008.

FIGARO, M. K.; MACK, G. W. Regulation of fluid intake in dehydrated humans: role of oropharyngeal stimulation. **American Journal of Physiology**, v. 272, p. 1740-1746, 1997.

FORTNEY, S. M.; WENGER, C. B.; BOVE, J. R.; NADEL, E. R.; Effect of hyperosmolality on control of blood flow and sweating. **Journal of Applied Physiology**. v. 57, n. 6, p. 1688-1695, 1984.

FRANCESCONI, R. P.; HUBBARD, R. W.; SZLYK, P. C.; SCHNAKENBERG, D.; CARLSON, D.; LEVA, N.; SILS, I.; HUBBARD, L.; PEASE, V.; YOUNG, J.; MOORE, D. Urinary and hematologic indexes of hypohydration. **Journal of Applied Physiology**, v. 62 n. 3, p. 1271-1276, 1987.

GARDNER, J. W. Death by water intoxication. **Military Medicine**, v.167, n.5, p.432-434, 2002.

GODEK, S. F.; GODEK, J. J.; CARTOLOZZI, A. R. Hydration Status in college football players during consecutive days of twice-a-day preseason practices. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 33, n. 6, p. 845-851, 2005.

GONZALEZ-ALONSO, J.; CALBET, J. A. L.; NIELSEN, B. Muscle blood flow is reduced with dehydration during prolonged exercise in humans. **The Journal of Physiology**, v.513, p.895-905, 1998.

GRANDJEAN, A. C.; REIMERS, K. J.; HAVEN, M. C.; CURTIS, G. L. The effect on hydration of two diets, one with and one without plain water. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 22, n. 2, p. 165-173, 2003.

GREENLEAF, J. E. Problem: thirst, drinking behavior, and involuntary dehydration **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 24, n. 6, p. 645-656, 1992.

GUIMARÃES, M. T.; SILAMI-GARCIA, E. Water replacement and thermoregulatory responses during prolonged exercise. **Brazilian Journal Medical Biology and Research**, v. 26, p.1237-1240, 1993.

HAMOUTI, N.; DEL COSO, J.; ÁVILA, A.; MORA-RODRIGUEZ, R. Effects of athletes' muscle mass on urinary markers of hydration Status. **European Journal of Applied Physiology**, v. 109:213–219, 2010.

HEW-BUTLER, T.; COLLINS, M.; BOSCH, A.; SHARWOOD, K.; WILSON, G.; ARMSTRONG, M.; JENNINGS, C.; SWART, J.; NOAKES, T. D. Maintenance of Plasma Volume and Serum Sodium Concentration Despite Body Weight Loss in Ironman Triathletes. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v.17, n. 2, p. 116-122, 2007.

HEW-BUTLER, T.; VERBALIS, J. G.; NOAKES, T. D. Updated Fluid Recommendation: Position Statement From the International Marathon Medical Directors Association (IMMDA). **Clinical Journal of Sport Medicine**, v.16, n. p. 283-292, 2006.

INTERNATIONAL OLYMPIC COMMITTEE. IOC consensus statement on sports nutrition 2003. **Journal of Sports Science**, v. 22: x., 2004.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **The British Journal of Nutrition** , v.40, p. 497-504, 1978.

KAVOURAS, S. A. Assessing hydration status. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, v.5, n. 519-524, 2002.

KNECHTLE, M. D.; KNECHTLE, P., ROSEMANN, T. SENN, O. No Dehydration in mountain bike ultra- marathoners. *Clinical Journal of Sports Medicine*, n. 19, n. 5, p. 415-420, 2009.

LADELL, W. S. S. The effects of water and salt intake upon the performance of men working in hot and humid environments. *Journal Physiology*, n.127, p.11-46, 1955.

LEE, J. K. W.; NIO, Q. X.; LIM, C. L.; TEO, E. Y. N.; BYRNE, C. Thermoregulation, pacing and fluid balance during mass participation distance running in a warm and humid environment. *European Journal of Applied Physiology*, v. 109, p. 887–898, 2010.

LEE, H. K.; MULDER, A. G. Some immediate effects of reduced cooling powers upon the water balance and related effects in the human subject. *Journal Physiology*, n. 84, p.410-432, 1935.

LEJEMTEL, T. H.; SERRANO, C. Vasopressin dysregulation: Hyponatremia, fluid retention and congestive heart failure. *International Journal of Cardiology*, n. 20, p.1-9, 2007.

LIPPI, G.; SCHENA, F.; SALVAGNO, G. L.; TAPERI, C.; MONTAGNANA, M.; GELATI, M.; BANFI, G.; GUIDI, G. C. Acute Variation of estimated glomerular filtration rate following a half-marathon run authors. *International Journal of Sports Medicine*, n. 29, p. 948-951, 2008a.

LIPPI, G.; SCHENA, F.; MONTAGNANA, M.; SALVAGNO, G. L.; GUIDI, G. C. Influence of acute physical exercise on emerging muscular biomarkers. *Clinical Chemistry Laboratory Medicine*, v. 46, n. 9, p.1313-1318, 2008b.

MACHADO-MOREIRA, C. A., VIMIEIRO-GOMES, A. C., SILAMI-GARCIA, E., RODRIGUES, L. O. C. Hidratação durante o exercício: a sede é suficiente? *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 12, n. 6, 2006.

MANZ, F.; WENTZ, A. 24-h Hydration Status: parameters, epidemiology and recommendations. *European Journal of Clinical Nutrition*, n. 57, S2, p.10-18, 2003.

MAUGHAN, R. J.; SHIRREFFS, S.M.; LEIPER, J. B. Errors in the estimation of hydration status from changes in body mass. *Journal of Sports Science*, v. 25, n.7, p.797–804, 2007.

MAUGHAN, R. J. Impact of mild dehydration on wellness and on exercise performance. *European Journal of Clinical Nutrition*, v. 57, Suppl 2, S19–S23, 2003.

McCONNELL, G. K.; BURGE, C. M.; SKINNER, S. L.; HARGREAVES, M. Influence of ingested fluid volume on physiological responses during prolonged exercise. **Acta physiologica Scandinavica**, v. 160, p. 149-156, 1997.

MCKINLEY, M. J.; CAIRNS, M. J.; DENTON, D. A.; EGAN, G.; MATHAI, M. L.; USCHAKOV, A. WADE, J.D., WEISINGER, R.S., OLDFIELD, B.J. Physiological and pathophysiological influences on thirst. **Physiology and Behaviour**, v. 81, n. 5, p. 795-803, 2004.

NOAKES, T. D. Drinking guidelines for exercise: What evidence is there that athletes should drink “as much as tolerable”, “to replace the weight lost during exercise” or “ad libitum”? **Journal of Sports sciences**, v. 25, n. 7, p. 781-796, 2007a.

NOAKES, T. D. Hydration in the marathon: using thirst to gauge safe fluid replacement. **Sports Medicine**, v.37, n.4-5, p.463-466, 2007b.

NOAKES, T. D. Fluid replacement during exercise. **Exercise Sports Science Review**, v. 21, p. 297-330, 1993.

NOAKES, T. D. Hyponatremia in distance runners: fluid and sodium balance during exercise. **Current Sports Medicine Reports**, n. 4, p.197-207, 2002.

NOAKES, T. D. Fluid replacement during exercise. **Exercise Sports Science Review**, v.21, p.297-330, 1993.

O'BRIEN, K. K.; MONTAIN, S. J.; CORR, W. P.; SAWKA, M. N.; KNAPIK, J. J.; CRAIG, S. C. Hyponatremia associated with overhydration in U.S. Army trainees. **Military Medicine**, v.166, n.5, p.405-410, 2001.

OPPLIGER, R. A.; MAGNES, S. A.; POPOWSKI, L. A.; GISOLFI, C. V. Accuracy of Urine Specific Gravity and Osmolality as Indicators of Hydration Status. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v.15, 236-251, 2005.

OSTERBERG, K. L.; HORSWILL, C. A.; BAKER, L. B. Pregame Urine Specific Gravity and Fluid Intake by National Basketball Association Players During Competition. **Journal of Athletic Training**, v. 44, n. 1, p. 53–57, 2009.

POPOWSKI, L. A., OPPLIGER, R. A.; LAMBERT, G. P., JOHNSON, R. F., JOHNSON, A. K., GISOLFI, C. V. Blood and urinary measures of hydration status during progressive acute dehydration. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, vol. 33, n. 5, p. 747-753, 2001.

ROSE, L. I.; CARROLL, D. R.; LOWE, S. L.; PETERSON, E. W.; COOPER, K. H. Serum electrolyte changes after marathon running. **Journal of Applied Physiology**, v.29, n.4 p. 449-451, 1970.

SALTMARSH, M. Thirst: why do people drink? **Nutrition Bulletin**, 26, p.53-58, 2001.

SAWKA, M. N.; BURKE, L. M.; EICHNER, E. R.; MAUGHAN, R. J; MOUNTAIN, S. J.; STACHENFELD, N. S. Exercise and fluid replacement: position stand american

college of sport medicine. **Medicine and Science in sport and exercise**, p. 377-390, 2007.

SAWKA, M. N.; CHEUVRONT, S. N.; CARTER, R. Human water needs. **Nutrition Reviews**, v. 63, n. 6, p. S30-39, 2005.

SENAY JR, L. C. Temperature regulation and hypohydration: a singular view Journal of Applied Physiology. **Respiratory Environment Exercise Physiology**, v. 47, n. 1, p.1-7, 1979.

SENAY JR, L. C. Relationship of evaporative rates to serum  $[Na^+]$ ,  $[K^+]$ , and osmolality in acute heat stress. **Journal of Applied Physiology**, v. 25, n. 2, p. 149-152, 1968.

SHIRREFFS, S. M. Markers of hydration status. **European Journal of Clinical Nutrition** v. 57, Suppl 2, S6–S9, 2003.

SHIRREFFS, S. M.; R. J. MAUGHAN. Urine osmolality and conductivity as markers of hydration status. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 30, n. 11, p.1598-1602, 1998.

SHIRREFFS, S. M.; TAYLOR, A. J.; LEIPER, J. B.; MAUGHAN, R. J. Post-exercise rehydration in man: effects of volume consumed and drink sodium content. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 28, n.10, p.1260-1271, 1996.

SILVA, R. P.; MÜNDEL, T.; ALTOÉ, J. L.; SALDANHA, M. R.; FERREIRA, F. G.; MARINS, J. C. B. Preexercise urine specific gravity and fluid intake during one-hour running in a thermoneutral environment- a randomized cross-over study. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 9, p. 464-471, 2010.

SU, S-B; LIN, K-H; CHANG, H-Y; LEE, C-W; LU, E-W; GUO, H-R. Uring Urine especific gravity to evaluate the hidration status of workers working in a ultra-low humidity environment. **Journal of occupatinal Health**, v. 48, np 284-289, 2006.

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

THORNTON, S. N. Thirst and hydration: physiology and consequences of dysfunction. **Physiology Behaviour**, v. 100, p.15–21, 2010.

WILLIAMS, C. Diet and endurance fitness. **American Journal of Clinical Nutrition** v. 49, p. 1077-1083, 1989.

**ANEXOS****ANEXO 1 PARECER COEP**

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

**Parecer nº. ETIC 0379.0.203.000-10**

**Interessado(a): Prof. Emerson Silame Garcia  
Departamento de Esportes  
EEFFTO - UFMG**

**DECISÃO**

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 15 de setembro de 2010, o projeto de pesquisa intitulado "**Avaliação do estado de hidratação de corredores em prova de 21.097 metros**" 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.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Maria Teresa Marques Amaral".

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

## ANEXO 2 TCLE

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

#### **TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA**

Avaliação do estado de hidratação de corredores em prova de 21.097 metros

#### **OBJETIVO**

Avaliar o estado de hidratação através de variáveis sanguíneas, urinárias e alterações na massa corporal de corredores após 21.097m de corrida de rua (½ maratona), além da descrição do padrão de ingestão de líquidos por corredores durante o percurso

#### **PROCEDIMENTOS**

Antes de iniciar a pesquisa, você deverá responder aos questionários de atividade física que têm como objetivo saber se você está apto a praticar atividades físicas.

Após a análise das respostas dos questionários, caso não haja alguma restrição para a prática de exercícios físicos, você irá realizar uma avaliação física que tem o propósito de determinar suas características físicas tais como peso, estatura e percentual de gordura corporal e consumo pico de oxigênio.

Concluída a avaliação antropométrica e o teste para avaliação do consumo máximo de oxigênio, você irá passar pela situação experimental que se consistirá em correr 21.097m em menor tempo possível com sua estratégia de corrida. Você receberá água em 6 postos de hidratação, posicionados estrategicamente e nesses postos poderá consumir o quanto quiser de água. Antes e após a corrida, você será pesado, fornecerá uma amostra de urina e passará por um procedimento de punção sanguínea para coleta de sangue como o objetivo de avaliar seu estado de hidratação. A punção sanguínea será feita pelo mestrando responsável pela pesquisa após a participação em um curso de treinamento de 30 horas pela técnica em enfermagem do Laboratório de Fisiologia do Exercício. No procedimento, serão retirados 3 mL de sangue para posterior análise. Além disso, sua frequência cardíaca será monitorada durante a corrida através de um sistema telemétrico e você receberá uma fita com um sensor para colocar junto ao tórax.

#### **OS DADOS SERÃO CONFIDENCIAIS**

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

#### **RISCOS**

Os riscos deste estudo são relativamente pequenos e estão associados com a prática de exercícios físicos em uma bicicleta, como por exemplo, o surgimento de lesões músculo-esqueléticas. No entanto, esses geralmente desaparecem em poucos dias. Entretanto, durante todas as situações experimentais, caso seja necessário, você poderá contar com o serviço de pronto atendimento.

#### **EVENTUAIS DESPESAS MÉDICAS**

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

Você dispõe de total liberdade para esclarecer questões que possam surgir durante o andamento da pesquisa. Qualquer dúvida, por favor, entre em contato com as pessoas responsáveis pelo estudo: Emerson Silami Garcia, tel. 3409-2350 e Emerson Rodrigues Pereira tels. 3409-2350/3776 4611/ 9221 0813.

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

## CONSENTIMENTO

Concordo com tudo o que foi exposto acima e, voluntariamente, aceito participar do estudo “Avaliação do estado de hidratação de corredores em prova de 21.097 metros ”, que será realizado no Laboratório de Fisiologia do Exercício da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais. Os resultados desta pesquisa serão utilizados na elaboração de uma dissertação de mestrado. 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 em questão

Belo Horizonte \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2010

Nome do voluntário:

\_\_\_\_\_

Assinatura do voluntário:

\_\_\_\_\_

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

\_\_\_\_\_

Emerson Rodrigues Pereira  
Mestrando em Ciências do Esporte – EEFFTO/UFMG

\_\_\_\_\_

Emerson Silami Garcia  
Professor orientador – EEFFTO/UFMG

\_\_\_\_\_

Testemunha 1

\_\_\_\_\_

Testemunha 2

## ANEXO 3

**Questionário PAR-Q**

1 - Seu médico já mencionou alguma vez que você tem uma condição cardíaca que você só deve realizar atividade física recomendada por um médico?

(  )Sim (  )Não

2 – Você sente dor no tórax quando realiza atividade física?

(  )Sim (  )Não

3 – No mês passado (ou num período recente), você teve dor torácica quando não estava realizando atividade física?

(  )Sim (  )Não

4 – Você perdeu o equilíbrio por causa de tontura ou alguma vez perdeu a consciência?

(  )Sim (  )Não

5 – Você tem algum problema ósseo ou de articulação que poderia piorar em consequência de uma alteração em sua atividade física ?

(  )Sim (  )Não

6 – Seu médico está prescrevendo medicamentos (Ex., pílulas) para sua pressão ou condição cardíaca?

(  )Sim (  )Não

7 – Você conhece alguma outra razão que não o permita praticar atividade física?

(  )Sim (  )Não

**Li, entendi e completei este questionário. Todas as dúvidas que tive foram respondidas satisfatoriamente.**

**Observação:** \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Nome:** \_\_\_\_\_ **Assinatura:** \_\_\_\_\_

## ANEXO 4 SUBMISSÃO DO ARTIGO

European Journal of  
**Applied Physiology**

HOME • LOG OUT • HELP • REGISTER • UPDATE MY INFORMATION • JOURNAL OVERVIEW  
 MAIN MENU • CONTACT US • SUBMIT A MANUSCRIPT • INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Submissions Being Processed for Author Emerson Silami Garcia, Ph.D.

Page: 1 of 1 (1 total submissions)

Action	Manuscript number	Title	Initial date submitted	Status date	Current status
<a href="#">Action</a> <a href="#">Links</a>		Evaluation of hydration status before and after a half-marathon	Feb 26, 2011	Feb 26, 2011	Submitted to Journal