

**Rafael Pires da Silva**

**ESTUDO DO EQUILÍBRIO HÍDRICO DE JOGADORES DE FUTEBOL EM  
TREINAMENTO E COMPETIÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Educação Física, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2010**

**Rafael Pires da Silva**

**ESTUDO DO EQUILÍBRIO HÍDRICO DE JOGADORES DE FUTEBOL EM  
TREINAMENTO E COMPETIÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Educação Física, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 18 de Junho de 2010

---

Prof. Maurício Gattás Bara Filho  
(Co-orientador)

---

Prof. Antônio José Natali  
(Co-orientador)

---

Prof. Jorge Roberto Perrout de Lima

---

Prof<sup>a</sup>. Rita de Cássia Gonçalves Alfenas

---

Prof. João Carlos Bouzas Marins  
(Orientador)

Dedico  
a todos os envolvidos que desde o início  
acreditaram na proposta do projeto e não  
mediram esforços para a concretização de  
seus objetivos, bem como aos profissionais  
de Educação Física a fim de que este  
trabalho possa contribuir com o  
crescimento da área, enquanto possuidor  
de um conhecimento específico que deve  
ser aprofundado e socializado.

## **AGRADECIMENTOS**

Para se alcançar alguns objetivos na vida, é quase certo que precisaremos de algum tipo de ajuda. Nem sempre será um ato grandioso, de saltar aos olhos e que nos fará progredir substancialmente ao ponto final, mas por vezes, serão sussurros, toques bem sutis que de forma quase subliminar ecoam tão profundo na alma e transformam a nossa vida.

Particularmente acredito que o caminho que se percorre para a concretização dos planos é tão importante quanto o alcance final do objetivo, e são nas curvas, buracos e tropeços desse caminho que é possível perceber a plenitude de estar vivo. É quando a vida se apresenta na sua forma mais cruel e por vezes mais doce, é quando o mundo lhe é subitamente apresentado em todas as suas interfaces, e, que quando escancaradas, testam as nossas forças. Nossos medos, expectativas, frustrações, sonhos e desejos mais profundos são expostos em carne viva. É no meio desse cenário perturbador que compreendemos que apesar de parecer, não estamos sozinhos, e verdadeiros anjos nos ajudam a curar as feridas, secar as lágrimas, indicam os caminhos, afastam os medos e dizem... estamos com você!! Entre quedas, tropeços e reerguidas vai se dando o tão valioso amadurecimento. E são a essas pessoas que dirijo meu agradecimento.

Agradeço a Deus, pela força, coragem e bênçãos. Pelos dons que me foram concedidos que me permitiram caminhar até aqui e por toda a experiência maravilhosa que vivenciei.

Agradeço à minha família. Pedra fundamental e alicerce da vida. Em especial a minha mãe Arlete, exemplo de mulher e ser humano. O único e verdadeiro amor incondicional, que por mais tropeços que eu tenha, sempre me ajuda a erguer a cabeça. Muito obrigado pela paciência, por ter confiado e acreditado nos meus planos, pela torcida fiel e apoio sincero em todos os momentos, te amo.

À Cabeth, minha segunda mãe, professora, que já virou comadre, madrinha... enfim, um elo de amor eterno, que mesmo sem eu merecer, me trata como um filho e está sempre pronta a ajudar. Muito obrigado Cabeth por tudo que você tem feito ao longo desse tempo, e prometo que compro uma impressora logo logo.

Minha vóvó bisa Darci agradeço pela sinceridade. Essa sim... mulher danada, da terra, mesmo que você não queira ela te põe pra frente. Obrigado vovó por estar sempre de mãos estendidas pra mim... tudo bem que é pra me cobrar alguma coisa, mas bisa, te amo muito, sem a senhora seria impossível estar aqui hoje.

Ao professor Dr. João Carlos Bouzas Marins, professor, orientador, amigo, parceiro e também mentor e gestor de todo o projeto. Muito obrigado pela confiança e apoio constante para a realização deste trabalho. Aprendi muito com você e carrego todos esses valores preciosos comigo. Não tenho dúvidas de que muito do meu crescimento acadêmico e profissional devo a você. Muito obrigado!

À Universidade Federal de Viçosa e ao curso de Mestrado em Educação Física pela oportunidade de realização do curso de Pós-graduação, em especial o Prof. Dr. Antônio José Natali, que luta constantemente com os demais membros da coordenação para o crescimento e melhoria do curso.

Aos co-orientadores Maurício Gattás Bara Filho e Antônio José Natali bem como aos membros da banca Jorge Roberto Perrout de Lima e Rita de Cássia Gonçalves Alfenas que gentilmente se disponibilizaram a fazer parte dessa proposta e contribuíram sobremaneira para a qualidade do estudo.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento da bolsa de mestrado e ao Laboratório de Performance Humana (LAPEH), pelo financiamento de parte deste estudo.

Aos professores Prospero Paoli e Lúdyo Magno que gentilmente intermediaram contatos importantes sem os quais a qualidade do trabalho não seria a mesma.

Aos super estagiários, Priscila Niquini e Felipe Belfort, amigos e parceiros para toda hora, muito obrigado pela força e incentivo, vocês foram fundamentais e sem essa colaboração nada disso seria possível. Só Deus sabe o que a gente passou... bom a Karla também, ela tava no estacionamento do shopping num daqueles dias... comprando a bateria para a balança! Um agradecimento especial, claro, aos pais e a irmã do Filipinho que abraçou nosso projeto e nos acolheu com todo o conforto e carinho por um bom tempo em BH, muito obrigado.

A diretoria, comissão técnica e os voluntários do clube que permitiram a realização dos testes. Aprendi muito com todos vocês.

Aos amigos Kevin Matier e Ted G. Decker pelo apoio, preocupação e gentileza na revisão da gramática inglesa dos artigos.

Ao professor Toby Mündel pela disponibilidade, dedicação e empenho na revisão do conteúdo dos artigos. Foi muito importante e gratificante essa parceria durante todo esse tempo, fico honrado com sua contribuição não somente neste, mas em tantos outros projetos, muito obrigado.

Agradeço aos parceiros, colegas, amigos, irmãos e anjos da minha vida... que não aparecem todos os dias mas “bem” sei que eles existem. Muito obrigado a todos vocês por cada momento em que estiveram presentes. Aos amigos da EFI

2003 que estão “batendo um bolão” por aí na vida profissional, aos parceiros do laboratório, às meninas da Nutrição e a todos que já passaram por aqui, me deram aquela força, e agora estão em vãos mais altos, saudades de vocês!

Um agradecimento especial aos amigos Rodrigo Fontes e Camila Souza, meus arquitetos favoritos, por me ensinarem a brincar no Corel Draw, pela formatação de diversos gráficos, tabelas entre outros e por me ajudarem a ir para os EUA mesmo sem eu ter ido, obrigado por tudo e mais um pouco, estamos precisando ver filmes da Paramount e tomar guaranazinho...

À minha amiga mais do que especial Karla Raphaela (karlinha/karlão) que se doou imensamente para me recepcionar e teve a paciência de ser minha guia nas minhas várias idas à BH, ajudando inclusive na coleta de dados, muito obrigado minha irmã você sabe que mora no meu coração.

À minha eterna aluna de Pilates e amiga Mayra Martins e à minha irmã Cláudia Vieira pelas infindáveis horas de conversas na sacada do quarto, dos conselhos, consolos, e por terem sido meu porto seguro em muitos momentos importantes, muito obrigado pela força e por fazer a minha vida cada dia mais feliz.

À minha eterna parceira e amiga Jamille Locatelli, exemplo de luta e perseverança, por me ajudar a entender que tudo tem seu tempo... não importa o quanto as pessoas querem te apressar... né miguinha? nave!

Gostaria de agradecer profundamente aos mestres e doutores do saber que foram fundamentais em meu crescimento tanto profissional quanto pessoal. Afinal, dentro de sala de aula, valores e conceitos de vida tão importantes quanto o conhecimento específico são veiculados mesmo que não nos demos conta. Com meus professores aprendi coisas fundamentais, dentre elas, que o importante é correr na frente e não atrás; que o mercado seleciona; que o conhecimento é uma via de mão dupla, historicamente construído e incorporado como segunda natureza; que não importa a sua titulação ou quão graduado você seja, não precisa ser grosso, arrogante e presunçoso; que a inicial “D” da sigla PhD não significa “Deus”; que a solidariedade é o melhor caminho; e por último, mas não menos importante, “quando sair deixe sempre as portas abertas, nunca se sabe quando precisará voltar”.

Muito obrigado também a todos os funcionários e técnicos administrativos da UFV que nos atendem com eficiência, são prestativos e estão SEMPRE de bom humor. Sem vocês a nossa vida seria, sem dúvida, uma greve constante.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, Muito Obrigado!

*“A alegria está na luta, na tentativa, no sofrimento envolvido e não na vitória propriamente dita”.*

Mahatma Gandhi

## LISTA DE ABREVEATURAS

ACSM	Colégio Americano de Medicina do Esporte
BM	Body Mass
BSA	Body Surface Area
GEU	Gravidade Especifica da Urina
GSSI	<i>Gatorate Sports Science Institute</i>
RH	Relative Humidity
SD	Standard Deviation
USG	Urine Specific Gravity
VO <sub>2max</sub>	Consumo máximo de oxigênio
WBGT	Wet Bulb Globe Temperature



## LISTA DE TABELAS E FIGURAS

### **ARTIGO 1:** RELEVÂNCIA DA TEMPERATURA E DO ESVAZIAMENTO GÁSTRICO DE LÍQUIDOS CONSUMIDOS POR PRATICANTES DE ATIVIDADE FÍSICA

**Tabela 1.** Relação de estudos sobre o percentual da preferência individual da temperatura do líquido entre atletas.

**Figura 1.** Variações na temperatura gástrica de indivíduos em repouso (n = 8) após a ingestão de soluções contendo frutose (F), glicose (G), sacarose (S) ou glicose e frutose (GF).

### **ARTIGO 2:** WATER BALANCE OF ELITE BRAZILIAN YOUTH SOCCER PLAYERS DURING CONSECUTIVE DAYS OF TRAINING

**Table 1.** Changes in body mass (BM), fluid intake, sweat loss, and urine passed (n = 20).

**Figure 1.** Sweat rate (mL/h) and WBGT (°C) during training.

**Figure 2.** Dispersion correspondent to total volume of sweat lost versus total volume of fluid consumed by the players (n = 20) during days 1(A), 2 (B) and 3 (C) of training.

**Figure 3.** Individual variability of urine specific gravity pre (figure A) and post (figure B) training.

**Figure 4.** Urine specific gravity in Brazilian youth soccer players before and after training.

### **ARTIGO 3:** PRE-GAME URINE SPECIFIC GRAVITY, SWEAT LOSS AND FLUID INTAKE IN ELITE BRAZILIAN YOUNG MALE SOCCER PLAYERS DURING COMPETITION

**Table 1.** Changes in body mass, fluid intake, estimated sweat loss and urine output for the players who completed the game (n = 10) and the substitutes (n = 4).

**Figure 1.** Dispersion correspondent to total volume of sweat lost versus total volume of fluid consumed by the players (n = 10) during the match.

**Figure 2.** Dispersion correspondent to body surface area versus sweat rate of the players (n = 10) during the match.

**Figure 3.** Dispersion correspondent to pre-game urine specific gravity versus total volume ingested during the match (n = 10).

## SUMÁRIO

RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
OBJETIVOS.....	3
OBJETIVO GERAL.....	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	4
ARTIGO 1: RELEVÂNCIA DA TEMPERATURA E DO ESVAZIAMENTO GÁSTRICO DE LÍQUIDOS CONSUMIDOS POR PRATICANTES DE ATIVIDADE FÍSICA.....	5
RESUMO.....	6
ABSTRACT.....	7
INTRODUÇÃO.....	8
METODOLOGIA .....	9
PANORAMA ATUAL E IMPLICAÇÕES METODOLÓGICAS.....	10
INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DO LÍQUIDO NO ESVAZIAMENTO GÁSTRICO.....	11
ESTUDOS FAVORÁVEIS.....	11
ESTUDOS CONTRÁRIOS .....	14
TEMPERATURA DO LÍQUIDO NA RELAÇÃO COM A PALATABILIDADE.....	17
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES/SUGESTÕES.....	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21
ARTIGO 2: WATER BALANCE OF ELITE BRAZILIAN YOUTH SOCCER PLAYERS DURING CONSECUTIVE DAYS OF TRAINING.....	26
ABSTRACT.....	27
INTRODUCTION.....	28
METHODS.....	29
PARTICIPANTS.....	29
EXPERIMENTAL DESIGN.....	29
DETERMINATION OF BODY MASS LOSS, SWEAT LOSS AND SWEAT RATE.....	31
STATISTICAL ANALYSIS.....	32
RESULTS.....	33
DISCUSSION.....	37

CONCLUSION.....	41
REFERENCES.....	42
ARTIGO 3: PRE-GAME URINE SPECIFIC GRAVITY, SWEAT LOSS AND FLUID INTAKE IN ELITE BRAZILIAN YOUNG MALE SOCCER PLAYERS DURING COMPETITION.....	
	46
ABSTRACT.....	47
INTRODUCTION.....	48
METHODS.....	49
PARTICIPANTS.....	49
EXPERIMENTAL DESIGN.....	50
STATISTICAL ANALYSIS.....	52
RESULTS.....	52
DISCUSSION.....	54
CONCLUSION.....	59
REFERENCES.....	60
RECOMENDAÇÕES PRÁTICAS.....	63
SUGESTÕES PARA NOVOS ESTUDOS.....	64
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
ANEXOS.....	67
ANEXO 1.....	68
ANEXO 2.....	69
ANEXO 3.....	70
ANEXO 4.....	71

## RESUMO

SILVA, Rafael Pires da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Junho de 2010. **Estudo do equilíbrio hídrico de jogadores de futebol em treinamento e competição.** Orientador: João Carlos Bouzas Marins. Co-orientadores: Antônio José Natali e Maurício Gattás Bara Filho.

Esta dissertação é composta de três artigos. No primeiro artigo o objetivo foi analisar, através de revisão de literatura, os procedimentos de reposição de líquidos adotados por praticantes de atividade física e discutir como o efeito da temperatura do líquido sobre o esvaziamento gástrico influencia esse comportamento de hidratação. Os estudos relacionados ao tema apresentam resultados conflituosos, que se devem, provavelmente, aos diferentes procedimentos metodológicos utilizados. Em condições de exercício, são insuficientes os trabalhos que avaliam a temperatura do líquido ingerido no trato gastrintestinal. Durante o repouso, observa-se que os efeitos de temperaturas extremas, considerando o tempo total de esvaziamento gástrico, não são significantes, uma vez que a temperatura intragástrica após a ingestão da bebida normaliza-se rapidamente. Contudo, existem evidências de que o consumo de bebidas geladas aumenta o esvaziamento gástrico nos primeiros minutos após a ingestão. Este fato deve ser melhor estudado, quando associado a outros fatores pré-competição, como o estado psicológico do atleta. Entretanto, baixas temperaturas melhoram a palatabilidade da solução, implicando em maior ação de hidratação pelos atletas, diminuindo o risco de desidratação. Conclui-se que os efeitos da baixa temperatura sobre o esvaziamento gástrico não são determinantes, tendo a reposição de líquidos fatores de intervenção mais relevantes do que a temperatura. No segundo artigo investigou-se o estado de hidratação pré-treino, o consumo de líquidos e a perda de suor de 20 atletas de futebol masculino em três dias consecutivos de treinamento. (Média  $\pm$  desvio padrão: idade,  $17,2 \pm 0,5$  anos; estatura,  $1,76 \pm 0,05$  m; massa corporal,  $69,9 \pm 6,0$  kg; índice de massa corporal,  $21,2 \pm 3,5$  kg/m<sup>2</sup>). A gravidade específica da urina (GEU) e a variação da massa corporal foram aferidas antes e após os treinos para estimar o estado de hidratação dos atletas. Também foram avaliados o volume de água ingerido e a urina produzida. Antes de cada dia de treino, os atletas estavam hipohidratados (GEU > 1.020) e o consumo de água durante os treinos

difícilmente era equivalente ao volume de líquido perdido pelo suor. Estava mais quente no primeiro dia de treino ( $31,5 \pm 2,3^{\circ}\text{C}$  e  $43,4 \pm 3,2\%$  umidade relativa) e o suor produzido ( $2822 \pm 530$  mL) bem como o volume ingerido ( $1607 \pm 460$  mL) foram significativamente maiores do que nos outros dias. Os resultados revelaram também uma grande variabilidade na produção de suor entre os jogadores e uma correlação significativa entre o suor produzido e o volume de líquido ingerido ( $r^2 = 0.560$   $p = 0.010$ , dia 1;  $r^2 = 0.445$   $p = 0.049$ , dia 2;  $r^2 = 0.743$   $p = 0.0001$ , dia 3). Conclui-se que a perda de líquidos pelo suor pode ser substancial em adolescentes que treinam futebol regularmente. Sugere-se aprimorar a percepção individual da perda de líquido pelo suor dos atletas a fim de evitar quadros de desidratação voluntária, bem como educar os jogadores a respeito da importância da hidratação antes de treinamento. E no terceiro artigo o objetivo foi avaliar o estado de hidratação pré-competição e o equilíbrio hídrico de jogadores de futebol durante uma partida em temperatura ambiente de  $28^{\circ}\text{C}$  (umidade relativa 45-55%). Foram mensurados o consumo de água e bebida esportiva e o volume de urina produzido. A gravidade específica da urina (GEU) e a variação da massa corporal foram aferidas antes e após o jogo para estimar o nível de hidratação dos atletas. Os dados foram obtidos de 15 jogadores de futebol masculino (idade, 17 anos; estatura, 178 cm; massa corporal, 69,4 kg; índice de massa corporal,  $20,1 \pm 2,3$   $\text{kg}/\text{m}^2$ ; superfície de área corporal,  $1,86$   $\text{m}^2$ ). Entretanto, como um jogador foi expulso durante a partida, os resultados apresentados são dos 10 jogadores que jogaram toda a partida e de 4 jogadores substitutos que não estiveram presentes em nenhum momento da partida. A média  $\pm$  desvio padrão da produção de suor dos jogadores correspondeu a  $2,24 \pm 0,63$  L e o volume de líquido ingerido foi de  $1,12 \pm 0,39$  L ( $n = 10$ ). Os valores correspondentes aos jogadores substitutos foram de  $0,61 \pm 0,12$  L e  $0,50 \pm 0,10$  L ( $n = 4$ ). A GEU antes da partida ( $1020 \pm 0,004$ ) foi significativamente diferente dos valores pós jogo ( $1016 \pm 0,004$ ). Os dados mostram uma grande variabilidade no suor produzido e na ingestão de líquidos entre os jogadores durante a partida. A hidratação ainda é um desafio para certos atletas e educar todos os jogadores a respeito dos procedimentos de hidratação se revela extremamente importante.

## ABSTRACT

SILVA, Rafael Pires da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June, 2010. **Fluid balance of soccer players during training and competition.** Adviser: João Carlos Bouzas Marins. Co-advisers: Antônio José Natali e Maurício Gattás Bara Filho.

The present dissertation is composed of three articles. The objective in the first article was to assess, through literature review, the fluid replacement practices used by individuals who practice physical activities and discuss how the effect of liquid temperature on gastric emptying influences this hydrating behavior. Studies on the theme have found contradicting results, probably due to the different methods used. The studies that investigate liquid temperature in the gastrointestinal tract during exercise are limited. Considering the total gastric emptying time during rest, extreme liquid temperatures have no significant effect on the total gastric emptying time, since the temperature inside the stomach normalizes quickly after ingestion of the liquid. However, there are evidences that the ingestion of ice-cold liquids increases gastric emptying in the first minutes after ingestion. This fact needs to be better investigated when it is associated with other pre-competition factors, such as the psychological state of the athlete. However, low temperatures improve the palatability of the drink, implying in greater consumption by the athletes and reducing the risk of dehydration. In summary, the effects of low temperature on gastric emptying are not decisive, since fluid replacement has intervention factors that are more relevant than temperature. In the second article it was investigated the pre-training hydration status, fluid intake and sweat loss of 20 elite male Brazilian adolescent soccer players (mean  $\pm$  SD age,  $17.2 \pm 0.5$  years; height,  $1.76 \pm 0.05$  m; body mass,  $69.9 \pm 6.0$  kg; body mass index,  $21,2 \pm 3,5$  kg/m<sup>2</sup>) on three consecutive days of typical training. Urine specific gravity (USG) and body mass changes were evaluated before and after training sessions to estimate hydration status. Water consumption and urine output were also recorded. Players began the days of training mildly hypohydrated (USG > 1.020) and fluid intake hardly matched fluid losses. It was warmer on day 1 ( $31.5 \pm 2.3^{\circ}\text{C}$  and  $43.4 \pm 3.2\%$  relative humidity) and total estimated sweat

losses ( $2822 \pm 530$  mL) and fluid intake ( $1607 \pm 460$  mL) were significantly higher than those of days two and three. Data also indicate considerable variability in sweat losses between players and there was a significant correlation between the extent of sweat loss and the volume of fluid consumed ( $r^2 = 0.560$   $p = 0.010$ , day 1;  $r^2 = 0.445$   $p = 0.049$ , day 2;  $r^2 = 0.743$   $p = 0.0001$ , day 3). We conclude that sweat losses can be substantial in young soccer players. It is suggested that enhancing athletes' self-perception of sweat loss via training may avoid voluntary dehydration, whilst efforts aimed at educating players about the importance of pre-game hydration must be emphasized. And in the third article it was investigated the pre-game hydration status and fluid balance in players engaged in a Brazilian competitive soccer match played at a temperature of  $28^\circ\text{C}$  (relative humidity 45-55%). Intake of water and sports drink and urine output were recorded. Urine specific gravity (USG) and body mass changes were evaluated before and after the game to estimate hydration status. Data were obtained from 15 male players (age: 17 years, height: 178 cm, body mass: 69.4 kg, body mass index,  $20,1 \pm 2,3$   $\text{kg}/\text{m}^2$ , body surface area: 1.86  $\text{m}^2$ ) where 10 players performed the full-time game and 4 substitutes who did not play. Mean  $\pm$  SD sweat loss of players amounted to  $2.24 \pm 0.63$  L, and mean fluid intake was  $1.12 \pm 0.39$  L ( $n = 10$ ). Corresponding values for substitutes were  $0.61 \pm 0.12$  L and  $0.50 \pm 0.10$  L ( $n = 4$ ). Pre-game USG was  $1020 \pm 0.004$  and was statistically different ( $P < 0.05$ ) from the post-game USG ( $1016 \pm 0.004$ ). The data show a large inter-individual variability in sweat losses and drinking behavior between young soccer players while under competitive match-play conditions. Fluid replacement remains a challenge for certain athletes whilst educating all players about the importance of pre-game hydration is important.

## INTRODUÇÃO GERAL

A ingestão de líquidos durante o exercício minimiza o desequilíbrio hídrico causado pela perda dos fluidos corporais no suor, evitando o desenvolvimento de quadros de desidratação (Marins et al. 2000). Atletas têm sido encorajados a ingerir líquidos durante a atividade física, afim de não permitir diferenças superiores a 2% da massa corporal, onde seriam observadas alterações importantes na homeostase hídrica, como aumento da temperatura interna, elevação da frequência cardíaca e percepção do esforço (Casa, 2000).

A magnitude da produção de suor, entretanto, é influenciada dentre outros fatores, pelo tipo e intensidade do exercício, condições ambientais, nível de condicionamento, aclimatação e vestimenta utilizada (ACSM, 2007). Isso faz com que haja uma grande variabilidade entre os sujeitos e as modalidades, sendo recomendado que os atletas se hidratem *ad libitum* nos momentos em que a modalidade permitir, tomando como referência a quantidade de líquido perdida no suor (ACSM, 2007).

A eficiência da hidratação, entretanto, depende também da velocidade do esvaziamento gástrico. E neste contexto, há questionamentos remanescentes em relação a influência da temperatura do líquido utilizada para reposição hídrica e que, conseqüentemente, interfere nos hábitos e procedimentos de hidratação adotados por atletas e praticantes de atividade física.

Estudos verificaram que atletas não ingerem líquidos suficientes para repor a quantidade que foi perdida, mesmo quando o acesso ao líquido e a oportunidade de ingestão são facilitados (Passe et al. 2007), ocorrendo então em um processo denominado de “desidratação voluntária”. As razões que levam a essa desidratação voluntária, ainda não estão completamente esclarecidas, mas podem ocorrer tanto pela baixa palatabilidade da solução ingerida, como pelo desconhecimento dos atletas em relação aos procedimentos de hidratação (Silva et al. 2009; Ferreira et al. 2009).

O futebol tem como característica uma alta exigência aeróbica, com aumento da temperatura interna e conseqüentemente uma alta produção de suor (Shirreffs et al. 2006). A natureza da modalidade faz com que os atletas



sejam submetidos a condições ambientais extremamente variadas, o que juntamente com o tipo de vestimenta utilizada e o tipo de atividade (treino ou competição) tem impacto diferenciado na sudorese e por sua vez no equilíbrio hídrico. Além disso, a composição de suas regras não permite intervalos regulares durante a partida, como em outras modalidades, logo, as oportunidades de reposição de líquido também são limitadas. Situações de intervalos curtos entre sessões de treinamento, dieta equivocada, desinformação ou má orientação da comissão técnica, fazem com que o atleta já inicie a prática de atividade física com déficits nos níveis de hidratação (Maughan et al. 2007), pondo em risco o desempenho e à saúde dos atletas.

Diversos estudos que investigaram o equilíbrio hídrico durante o exercício observaram que grande parte dos atletas inicia a prática esportiva com níveis não satisfatórios de hidratação (Osterberg et al. 2009). Maughan et al. (2005) Observaram que esse desequilíbrio inicial tem levado os atletas de futebol a ingerirem mais líquidos durante o exercício afim de compensar essa desidratação inicial. Esse consumo elevado, dependendo de como administrado e da familiaridade do sujeito com o volume pode agravar problemas de desconforto gástrico, desde dores abdominais até náusea e vômitos, sintomas que são incompatíveis com a prática esportiva (Silva et al. 2009).

A maioria desses estudos, entretanto, investigou atletas de futebol masculino em idade adulta. São poucos os trabalhos que analisaram a proporção desse balanço hídrico em atletas jovens (Mao et al. 2001; Broad, et al. 1996). O número de sujeitos envolvidos na amostra, se mostra também limitado, o que impede comparações estatísticas relevantes. A carência de estudos direcionados a atletas mais jovens faz com que resultados encontrados para os adultos, sejam aplicados aos adolescentes, o que demanda a necessidade de se conhecer como se caracteriza os procedimentos de hidratação também nesse público tanto em treinamento como em competição.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GERAL**

Analisar o efeito da temperatura do líquido sobre o esvaziamento gástrico em exercício, assim como investigar a variação do balanço hídrico em jogadores de futebol em situação de treinamento e competição.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Esta dissertação foi estruturada em três objetivos específicos, os quais norteiam o delineamento de três artigos distintos, organizados da seguinte forma:

(i) analisar criticamente os procedimentos de reposição de líquidos adotados por praticantes de atividade física e discutir como o efeito da temperatura do líquido sobre o esvaziamento gástrico influencia esse comportamento de hidratação.

(ii) investigar o estado de hidratação inicial, o suor produzido e o volume de líquido ingerido por atletas de futebol masculino (Sub-17) durante sessões consecutivas de treinamento.

(iii) investigar o estado de hidratação inicial, o suor produzido e o volume de líquido ingerido por atletas de futebol masculino (Sub-17) durante uma partida em uma competição oficial.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - Marins JCB, Dantas E, Navarro S. Deshidratación y ejercicio físico. Selección. 2000; 9(3):149–63.
- 2 - Casa, DJ. National Athletic Trainer's Association Position Statement: fluid replacement for athletes. Journal of Athletic Training. 2000; 35, 212 – 224.
- 3 - American College of Sports Medicine. Position stand. Exercise and fluid replacement. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2007; 39, 377-90.
- 4 - Passe D, Horn M, Stofan J, Horswill C, Murray R. Voluntary dehydration in runners despite favorable conditions for fluid intake. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2007; 17(3):284-95.
- 5 - Silva RP, Altoé JL, Marins JCB. Relevance of temperature and gastric emptying of liquids consumed by individuals involved in physical exercises. Braz J Nutr. 2009; 22(5):755-765.
- 6 - Ferreira FG, Altoé JL, Silva RP, Tsai LP, Fernandes A, Brito CJ, Marins JCB. Level of knowledge and hydration strategies of young soccer players. Braz J Kinanthropometry and Human Performance. 2009; 11(2), 204-211.
- 7 - Shirreffs SM, Sawka MN, Stone M. Water and electrolyte needs for football training and match-play. J Sports Sci. 2006; 24(7):699-707.
- 8 - Maughan RJ, Watson P, Evans GH, Broad N, Shirreffs SM. Water balance and salt losses in competitive football. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2007; 17(6):583-94.
- 9 - Osterberg KL, Horswill CA, Baker LB. Pregame urine specific gravity and fluid intake by national basketball association players during competition. J Athl Train. 2009; 44(1):53-7.
- 10- Maughan RJ, Shirreffs SM, Merson SJ, Horswill CA. Fluid and electrolyte balance in elite male football (soccer) players training in a cool environment. J Sports Sci. 2005;23(1):73–79.
- 11 – Silva RP, Altoé JL, Saldanha MR, Reis FTM, Miranda DGJ, Ferreira FGF, Marins JCB. Gastrointestinal Discomfort in Moderate Running: Effect of Body Mass Carbohydrate-Electrolyte Drink Adjusted Volume. Med Sci Sports Exerc. 2009; 41(5) suppl. S210.
- 12 - Mao IF, Chen ML, Ko YC. Electrolyte loss in sweat and iodine deficiency in a hot environment. Archives of Environmental Health. 2001; 56, 271 – 277.
- 13 - Broad EM, Burke LM, Cox GR, Heeley P, Riley M. Body weight changes and voluntary fluid intakes during training and competition sessions in team sports. International Journal of Sports Nutrition. 1996; 6, 307 – 320.

# **ARTIGO 1: RELEVÂNCIA DA TEMPERATURA E DO ESVAZIAMENTO GÁSTRICO DE LÍQUIDOS CONSUMIDOS POR PRATICANTES DE ATIVIDADE FÍSICA**

Rafael Pires da SILVA<sup>1</sup>  
Janaína Lubiana ALTOÉ<sup>1</sup>  
João Carlos Bouzas MARINS<sup>1</sup>

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Educação Física, Laboratório de Performance Humana. Av. P.H. Rolfs, s/n., 36571-000, Viçosa, MG, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: R.P. SILVA. E-mail: rafael.pires@ufv.br

## **ARTIGO PUBLICADO:**

Silva, R. P., Altoé, J. L., Marins, J.C.B. (2009). Relevância da temperatura e do esvaziamento gástrico de líquidos consumidos por praticantes de atividade física. *Revista de Nutrição* 22(5): 755-765. ISSN 1415-5273. doi: 10.1590/S1415-52732009000500016.

## RESUMO

A prática de atividade física implica em alterações da homeostase hidroeletrolítica, que podem trazer impactos adversos ao desempenho do indivíduo e, talvez, à saúde, caso os líquidos corporais perdidos no suor não sejam suficientemente repostos. A eficiência da hidratação depende também do esvaziamento gástrico, que, por sua vez, é influenciado por vários fatores, dentre os quais a temperatura da solução ingerida. Este estudo objetivou realizar uma revisão crítica e sistemática acerca dos procedimentos de reposição de líquidos adotados por praticantes de atividade física e discutir como o efeito da temperatura do líquido sobre o esvaziamento gástrico influencia esse comportamento de hidratação. Os estudos relacionados ao tema apresentam resultados conflituosos, que se devem, provavelmente, aos diferentes procedimentos metodológicos utilizados. Em condições de exercício, são insuficientes os trabalhos que avaliam a temperatura do líquido no trato gastrintestinal. Durante o repouso, observa-se que os efeitos de temperaturas extremas, considerando o tempo total de esvaziamento gástrico, não são significantes, uma vez que a temperatura intragástrica após a ingestão da bebida normaliza-se rapidamente. Contudo, existem evidências de que o consumo de bebidas geladas aumenta o esvaziamento gástrico nos primeiros minutos após a ingestão. Este fato deve ser melhor estudado, quando associado a outros fatores pré-competição, como o estado psicológico do atleta. Entretanto, baixas temperaturas melhoram a palatabilidade da solução, implicando em maior ação de hidratação pelos atletas, diminuindo o risco de desidratação. Conclui-se que os efeitos da baixa temperatura sobre o esvaziamento gástrico não são determinantes, tendo a reposição de líquidos fatores de intervenção mais relevantes do que a temperatura.

Termos de indexação: Esvaziamento gástrico. Exercício. Hidratação.

## ABSTRACT

Physical activity implies in changes to the water and electrolyte homeostasis which may result in adverse effects on performance and possibly on health if the body liquids lost by sweating are not completely replaced. Hydration efficiency also depends on gastric emptying, which is affected by several factors, including the temperature of the ingested liquid. The objective of this study was to assess the fluid replacement practices used by individuals who practice physical activities and discuss how the effect of liquid temperature on gastric emptying influences this hydrating behavior. Studies on the theme have found contradicting results, probably due to the different methods used. The studies that investigate liquid temperature in the gastrointestinal tract during exercise are limited. Considering the total gastric emptying time during rest, extreme liquid temperatures have no significant effect on the total gastric emptying time, since the temperature inside the stomach normalizes quickly after ingestion of the liquid. However, there are evidences that the ingestion of ice-cold liquids increases gastric emptying in the first minutes after ingestion. This fact needs to be better investigated when it is associated with other pre-competition factors, such as the psychological state of the athlete. However, low temperatures improve the palatability of the drink, implying in greater consumption by the athletes and reducing the risk of dehydration. In conclusion, the effects of low temperature on gastric emptying are not decisive, since fluid replacement has intervention factors that are more relevant than temperature.

**Indexing terms:** Gastric emptying. Exercise. Fluid therapy.

## INTRODUÇÃO

A prática de atividade física expõe o indivíduo a elevação da temperatura corporal, que é mediada, entre outros fatores, pelo gasto energético, pelas condições ambientais e pelo tipo de vestimenta utilizada<sup>1</sup>. A liberação desse calor produzido se dá, primeiramente, através da evaporação do suor sobre a pele, o que atribui à sudorese um papel fundamental na manutenção do equilíbrio homeostático durante o exercício<sup>2</sup>.

O suor contém água e eletrólitos que, se não forem apropriadamente repostos, podem favorecer o desenvolvimento de quadros de desidratação e hiponatremia, refletindo em prejuízos ao rendimento e até mesmo à saúde<sup>3</sup>. A desidratação, porém, é o distúrbio eletrolítico mais comum, podendo ser observado a partir de uma redução de, aproximadamente, 2% do peso corporal, resultando em aumento da temperatura interna, da frequência cardíaca e da percepção de esforço, principalmente se a atividade se realizar sob forte calor<sup>2,4</sup>. Uma hidratação adequada com água e eletrólitos antes, durante e após o treinamento e a competição torna-se, portanto, fundamental ao desempenho<sup>5</sup>.

Em atividades com características predominantemente aeróbicas, sobretudo aquelas com duração superior a uma hora, a ingestão de pequenas quantidades de carboidrato durante o exercício é também importante para manutenção da glicemia e dos estoques de glicogênio muscular em níveis necessários ao retardo da fadiga e à melhora do desempenho, isto é, favorecendo o aumento da intensidade ou a extensão do esforço<sup>6-8</sup>.

A hidratação eficiente garante condição ideal para que o atleta mantenha sua capacidade física, ajudando na homeostase hidroeletrólítica, além de fornecer energia, sendo isso fundamental quanto maior for o tempo de exercício. Contudo, para que o carboidrato ingerido esteja disponível como fonte de energia, o líquido precisa, primeiramente, passar pelo estômago e ser absorvido no intestino, ou seja, o efetivo aproveitamento do líquido consumido vai depender da velocidade do efluxo gástrico<sup>9</sup>. Dessa forma, o esvaziamento gástrico é considerado um dos mais importantes

fatores para determinar a disponibilidade e, portanto, a eficácia de uma bebida ingerida<sup>10,11</sup>.

O esvaziamento gástrico é influenciado durante o exercício por vários fatores, dos quais os mais importantes são: a) conteúdo energético da solução<sup>12</sup>; b) osmolaridade<sup>13,14</sup>; c) volume de líquido ingerido<sup>15,16</sup>; d) intensidade e tipo do exercício<sup>17,18,19</sup>; sendo controversa a influência do tipo de exercício<sup>20</sup>; e) pH da solução<sup>21</sup>; f) nível de desidratação<sup>1</sup>; g) temperatura do líquido<sup>9,21</sup>. Entretanto, a influência da temperatura do líquido, como elemento potencializador ou inibidor do esvaziamento gástrico, vem sendo questionada<sup>18</sup>.

Os resultados são ainda mais limitados, quando se considera a influência da temperatura do líquido sobre o esvaziamento gástrico em condições de exercício. As posições antagônicas acerca da influência da temperatura baixa do líquido consumido sobre o esvaziamento gástrico geram questionamentos sobre a forma correta de orientar os praticantes de exercícios físicos sobre como proceder durante o planejamento de hidratação.

Frente às muitas informações e às dúvidas existentes sobre o tema, o objetivo deste estudo de revisão foi analisar os procedimentos de reposição de líquidos adotados por praticantes de atividade física e discutir como o efeito da temperatura do líquido sobre o esvaziamento gástrico influencia esse comportamento de hidratação.

## **METODOLOGIA**

Para alcançar os objetivos deste estudo foi redigida revisão apoiada em literatura científica publicada no período de 1968 a 2007, na base de dados Medline/PubMed, via *National Library of Medicine* ([www.pubmed.com](http://www.pubmed.com)), utilizando-se os termos gastric emptying, gastric temperature, fluid replacement, exercise, hydration, dehydration, assim como na base de dados SciELO ([www.scielo.br](http://www.scielo.br)), com os descritores esvaziamento gástrico, temperatura gástrica, exercício, hidratação e desidratação.



## PANORAMA ATUAL E IMPLICAÇÕES METODOLÓGICAS

Diferentes métodos são empregados para o estudo do esvaziamento gástrico, os quais apresentam em sua extensão, vantagens e limitações. Dentre as técnicas não-invasivas, destacam-se a ultra-sonografia e a cintilografia, sendo esta última considerada o padrão ouro em análises clínicas desse tipo<sup>18,22</sup>. No entanto, o posicionamento estável que se deve assumir em testes dessa natureza torna sua aplicação durante o exercício inviável, além do risco de expor o sujeito à radiação<sup>13</sup>.

Os métodos utilizados durante o exercício são mais invasivos e envolvem o processo de intubação gástrica. Primeiramente, esta técnica fornece apenas o valor do volume gástrico residual obtido após um determinado tempo<sup>23</sup>. Isso gera um problema, pois, para que se tenha uma curva da resposta do indivíduo, é necessária a realização de vários testes no sujeito. Em razão de um mesmo indivíduo apresentar variações no esvaziamento gástrico em dias diferentes, foi desenvolvida uma técnica que permite múltiplas aferições durante o mesmo teste, proporcionando resultados mais completos<sup>24</sup>. A *double sampling intubation technique* é um procedimento mais fidedigno, com boa reprodutibilidade<sup>25</sup>, e também o mais utilizado atualmente em condições de exercício. Contudo, nem todas as pessoas se adaptam, além do fato de possuir todas as outras limitações de um teste invasivo.

O [<sup>13</sup>C]- *acetate breath test* envolve a utilização de isótopos estáveis. É outra técnica não-invasiva e tem se mostrado promissora e eficaz, quando usada em situações de exercício. Van Nieuwenhoven et al.<sup>26</sup>, que validaram a técnica, encontraram correlação significativa entre os valores *Time-to-peak* <sup>13</sup>CO<sub>2</sub> *enrichment* de esvaziamento gástrico com os resultados *Gastric emptying half-time* apresentados pela técnica de intubação. No entanto, o teste apresentou a desvantagem de ser influenciado pelo tempo de absorção, pela taxa de oxidação e exalação do <sup>13</sup>CO<sub>2</sub>, ou seja, é possível, com a aplicação da técnica, afirmar se o esvaziamento gástrico reduz em determinada condição, mas é ineficaz para quantificar precisamente essa redução em termos de volume<sup>18</sup>.

As investigações envolvendo a temperatura do líquido e o esvaziamento gástrico perderam evidência no cenário científico a partir da segunda metade dos anos 90, o que impede a formação de um consenso sobre o real grau de influência da temperatura da bebida sobre a quantidade de fluido que é liberado para o intestino para ser absorvido<sup>27,28</sup>.

Estudos que serão analisados a seguir encontraram resultados importantes no que se refere ao esvaziamento gástrico e à temperatura das bebidas. Tais resultados demasiadamente divergentes permitiram a formação de duas linhas distintas de pensamento: uma dos que acreditam haver interferência significativa da temperatura do líquido sobre o trato gastrintestinal e outra que apóia a irrelevância desses efeitos. Essas informações inconclusas e contraditórias se devem, provavelmente, aos diferentes procedimentos metodológicos utilizados, que, obviamente, dependendo da subjetividade ou do quão invasivos forem, vão apresentar resultados diferenciados. Outra possibilidade é quanto às diferenças na temperatura e no volume do líquido escolhido em cada estudo, tendo em vista que o volume da bebida influencia significativamente o esvaziamento gástrico<sup>15</sup>, o que pode mascarar os possíveis efeitos da temperatura. Da mesma forma, a escolha de diferentes faixas de temperaturas, que inclui valores extremos, pode também ter gerado resultados adversos.

## **INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DO LÍQUIDO NO ESVAZIAMENTO GÁSTRICO**

### **Estudos Favoráveis**

Um estudo de referência clássica, que relata uma possível ação da temperatura sobre o trato gastrintestinal durante o exercício, foi realizado por Costill & Saltin<sup>21</sup>, no qual se postulou que soluções mais frias, com temperatura em torno de 5°C, se esvaziavam mais rapidamente do que uma solução à temperatura de 35°C. Ou seja, o esvaziamento gástrico diminuiria à medida que a temperatura do líquido se elevasse<sup>9</sup>. Seguindo esse mesmo conceito, publicações posteriores apenas reproduziam essa concepção, sem se apoiar em estudos mais aprofundados e realmente comprovadores. Além disso, grande parte dos trabalhos que enfocaram essa temática foi realizada

em condições de repouso. A partir das afirmações de Costill & Saltin<sup>21</sup>, dificilmente se encontra ao alcance do cenário científico internacional o registro de outras investigações feitas em condições de exercício que abordem e confirmem essa tendência.

Estudos conduzidos com os avaliados em estado de repouso não só contradizem essa idéia, como ampliam o universo de discussão. À frente de um desses achados, Sun et al.<sup>29</sup> concluíram que a bebida fria retardava significativamente o fluxo gástrico. As temperaturas das soluções utilizadas no estudo variavam de 4°C a 50°C, com a bebida controle a 37°C. Sessenta segundos após a ingestão da bebida a 50° foi registrada a maior temperatura intragástrica (43°C), enquanto a menor (21,2°C) ocorreu 45 segundos após a ingestão da bebida mais fria.

A temperatura intragástrica retornou à temperatura corporal 20–30 minutos após a ingestão de ambos os líquidos, o que indica efeito da ação térmica no esvaziamento gástrico somente em um primeiro momento até esse tempo. Tanto a bebida quente como a fria demoraram mais tempo a passar pelo estômago dos avaliados do que a bebida controle (37°C). Porém, somente foi verificada diferença significativa na inibição quando os valores da temperatura intragástrica foram menores, pela ação do líquido mais frio.

Outro estudo, também investigando indivíduos em estado de repouso, mostrou significativa retenção gástrica para o líquido de temperatura mais baixa (4°C), que, possivelmente, se relacionava à redução dos peristaltismos gástricos<sup>30</sup>. Macedo et al.<sup>31</sup> também verificaram que a administração de água gelada em sujeitos em repouso inibia o efluxo rápido de água do estômago, porém não observaram efeitos inibitórios cumulativos, quando ofereceram uma quantidade de água, seguida cinco minutos depois por outra, com temperatura mais baixa ou mais elevada que a primeira.

Foi possível verificar, em mais dois outros trabalhos<sup>32,33</sup>, ao serem utilizados procedimentos metodológicos semelhantes, que o corpo em repouso, quando submetido a estresse térmico de baixa temperatura, tem o esvaziamento gástrico do líquido significativamente retardado. Esse estresse era estabelecido com sucessivas imersões contínuas de um minuto da mão não-dominante dos voluntários em água a 4°C, com intervalos de 15

segundos a cada imersão, em um tempo total de 20 minutos. A aplicação do procedimento anterior teria levado a uma série de modificações na organização do sistema nervoso entérico, influenciando principalmente as alterações na propagação das ondas de pressão do antro, do piloro e do duodeno<sup>34</sup>. Essas mudanças na mobilidade duodenal e pilórica, portanto, favoreceram o retardo do esvaziamento gástrico quando o corpo teve contato com temperaturas baixas.

Ao analisarem o esvaziamento gástrico em repouso após o consumo de 500 ml de uma bebida carboidratada a 5% em quatro temperaturas diferentes (4°C, 20°C, 37 °C e 55°C), Troncon & Iazigi<sup>35</sup> verificaram que a temperatura elevada da bebida também poderia interferir no sistema gástrico. Em comparação ao líquido a 37°C, o esvaziamento gástrico foi lento tanto, quando se consumiu o líquido a 4°C quanto a 55°C, porém foi estatisticamente significante somente para o último.

Os resultados, portanto, claramente divergentes, mostram que tanto bebidas mais quentes ou mais frias do que a temperatura corporal podem afetar o esvaziamento gástrico, inibindo-o. Essa inibição se daria, principalmente, por alterações na organização da pressão das ondas antropilóricas e do estímulo das ondas de pressão isoladas do piloro<sup>36</sup>. Sabe-se que o sistema nervoso entérico, por meio de sua complexa rede de receptores e hormônios, tem importante papel na regulação do esvaziamento gástrico<sup>37</sup>, no entanto, não há como afirmar, seguramente, o processo pelo qual a temperatura alta ou baixa do líquido afetaria essa atividade nervosa.

Pode-se concluir, ainda, que seja simplesmente problemática qualquer tentativa de reprodutibilidade desses resultados ou procedimentos metodológicos na condição de exercício. Mesmo tendo em vista as indicações de que não existe diferença significativa entre o esvaziamento gástrico em repouso frente a uma condição de exercício a uma intensidade de até 75% do consumo máximo de oxigênio ( $VO_2max$ )<sup>18</sup>, as condições fisiológicas durante o exercício implicam no aumento da temperatura central, incluindo a temperatura de todo o trato gástrico. Somente esse fator já é suficiente para promover redução da diferença de temperatura entre o líquido e as paredes estomacais. Desde o primeiro momento de contato com

a boca até a chegada no estômago, o líquido fará uma troca constante de temperatura, sendo extremamente improvável que atinja o centro do estômago à mesma temperatura da ingestão, vindo ainda influir, acelerando ou atrasando o esvaziamento gástrico. Outro elemento que torna difícil a comparação entre os estudos de esvaziamento gástrico em condições de repouso e em exercício é o fator comportamental. Dificilmente se adequaria à realidade a existência de um atleta fazendo uso de uma bebida a 55°C e competindo em condições de extremo calor. Da mesma forma, haveria dificuldades em fazer com que um atleta que se exercita sob as baixas temperaturas dos invernos rigorosos, como os da Europa, se habituasse a ingerir líquidos a 4°C.

Mesmo diante de condições ambientais extremas, combinadas à utilização dessas altas margens de temperatura, fosse registrado significativo aumento do efluxo gástrico, que reproduzisse uma grande vantagem para o atleta, é necessário enfatizar que o esvaziamento gástrico é somente a uma das etapas do processo de hidratação. Fica a cargo do intestino a absorção de todo o fluido que deixa o estômago e passa ao duodeno. O líquido precisa, também, ser absorvido na luz intestinal para uma hidratação eficaz, isto é, para que água e minerais sejam repostos e que o carboidrato esteja disponível na corrente sanguínea para oxidação. Portanto, não se traduz em vantagem aumentar em demasia o efluxo gástrico, se a absorção intestinal não se revela da mesma forma eficiente.

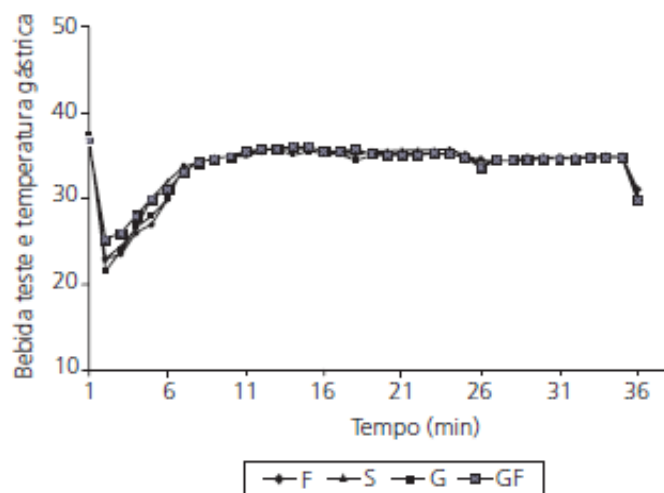
### **Estudos Contrários**

Alguns pesquisadores não atribuem um papel importante à temperatura do líquido no esvaziamento gástrico, ou os seus efeitos relacionados seriam minimamente influenciadores<sup>18,28</sup>. McArthur & Feldman<sup>38</sup> não encontraram, em repouso, diferença na taxa de esvaziamento gástrico de uma solução em três temperaturas distintas (58°C, 37°C, e 4°C), verificando o retorno da temperatura intragástrica aos valores normais 16,7 e 23,8 minutos após a ingestão da bebida mais quente e da mais fria, respectivamente.

Bateman<sup>39</sup> analisou o comportamento gástrico de oito sujeitos em repouso, durante 60 minutos após ingestão de 200 ou 500 ml de líquido, ora

a 12°C, ora a 37°C, e, também constatou que o esvaziamento gástrico foi ligeiramente maior somente nos primeiros minutos depois da ingestão da bebida mais fria, não havendo interferências significativas posteriores. Os resultados deste estudo revelam, ainda, dados extremos e altos valores de desvio-padrão, o que chama a atenção para uma considerável relevância das características individuais dos sujeitos, no que se refere à qualidade do esvaziamento gástrico para líquidos em diferentes temperaturas.

Resultados semelhantes foram discutidos por Shi et al.<sup>28</sup>, ao analisarem os efeitos do consumo de 481 ml de bebida carboidratada contendo frutose, glicose, sacarose ou sacarose + frutose, em temperatura de 12°C, sobre o esvaziamento gástrico durante o repouso. Um minuto depois da ingestão da bebida, a temperatura intragástrica caiu consideravelmente e retornou para 30°C cinco minutos após. Depois de 20 minutos, os níveis térmicos corporais já estavam praticamente próximos da normalidade. Esses resultados podem ser mais bem observados Na Figura 1.



**Figura 1.** Variações na temperatura gástrica de indivíduos em repouso (n=8) após a ingestão de soluções contendo frutose (F), glicose (G), sacarose (S) ou glicose e frutose (GF).

Fonte: Adaptado de Shi et al.<sup>28</sup>.

Os resultados mostraram que a taxa de esvaziamento gástrico foi um pouco mais elevada, porém não significativa, nos primeiros 10 minutos do

que durante os 20 e 30 minutos seguintes, quando a temperatura intragástrica estava quase próxima do normal. Além disso, o declínio posterior da taxa de esvaziamento gástrico, aparentemente, se relacionou mais com a queda do volume gástrico do que com a temperatura, ou seja, o volume gástrico seria mais importante do que a temperatura da bebida para efeito regulador do esvaziamento gástrico<sup>28</sup>.

A partir dos dados anteriormente apresentados, pode-se dizer, então, que o líquido em temperatura mais baixa teria um mínimo efeito sobre o esvaziamento gástrico. Essa ação se daria somente nos primeiros minutos da ingestão, enquanto a temperatura intragástrica é significativamente baixa para proporcionar alguma alteração<sup>36</sup>. No entanto, outros fatores intervenientes no controle gástrico podem inibir uma possível ação da temperatura do líquido, como é o caso do volume.

Em situações pré-exercício, como nos minutos que antecedem uma largada na maratona, ou a concentração no vestiário antes de uma partida de futebol, o atleta, na maioria das vezes, se apresenta nervoso, com níveis elevados de tensão e ansiedade, o que tem ação direta sobre o esvaziamento gástrico, retardando-o<sup>18</sup>. Seria, portanto, interessante que a bebida utilizada nesses momentos, que tem como objetivo a manutenção dos níveis glicêmicos e a preservação do glicogênio muscular, não fosse administrada em temperaturas extremas, para que o esvaziamento gástrico não sofresse simultaneamente, ação de dois agentes intervenientes: o estresse do atleta pré-competição e a temperatura do líquido. Mesmo que os efeitos da temperatura sejam mínimos e transitórios, quando associado a outro fator, como o estado emocional do atleta, podem ser prejudiciais. No entanto, é necessário ressaltar a grande participação das características individuais em todo esse processo, o que torna importante o treinamento desse tipo de ação antes do dia da competição, permitindo, assim, testar qual é a temperatura da bebida que irá realmente trazer vantagens ou desvantagens para determinado atleta.

Nota-se, entretanto, claramente a carência de confiabilidade nos estudos conduzidos durante o exercício e que têm como foco principal a análise da temperatura da solução de hidratação sobre o trato gastrointestinal. Brouns<sup>18</sup>, discorrendo sobre os diversos fatores que

interferem no esvaziamento gástrico durante o exercício, posicionou-se contra a idéia de uma possível ação significativa da temperatura sobre o esvaziamento gástrico. No mesmo estudo, os atletas são aconselhados a ajustarem a temperatura do líquido de acordo com a preferência e tolerância individual. Ressalta-se, também, que as bebidas geladas podem não trazer benefícios ao esvaziamento gástrico, mas colaborar na retirada do calor do corpo, e que, ao contrário, quando o exercício se der em temperaturas mais baixas, as bebidas com temperatura um pouco mais elevada sejam mais indicadas, por também oferecerem benefícios termorregulativos.

## **TEMPERATURA DO LÍQUIDO NA RELAÇÃO COM A PALATABILIDADE**

A temperatura do líquido se relaciona fortemente às estratégias de hidratação, uma vez que também é fator responsável pelo aumento da palatabilidade<sup>1</sup>. Em comparação com uma bebida em temperatura ambiente, a bebida mais fria, entre 6° e 22°C, se torna mais palatável em situação de exercício, sobretudo se a atividade estiver sendo realizada no calor<sup>40</sup>. Esse aumento da palatabilidade pela temperatura presume que a bebida mais refrigerada tende a ser consumida em maiores quantidades durante o exercício<sup>9,41</sup>, o que incide sobre uma também maior e melhor taxa de hidratação, resultando, assim, na diminuição dos efeitos nocivos da desidratação.

Promover maior consumo de líquidos por parte dos atletas se torna, de certa forma, interessante, uma vez que o controle dos líquidos corporais nem sempre é possível, já que os atletas, frequentemente, se hidratam com quantidade muito abaixo da capacidade de esvaziamento gástrico, que pode chegar a 1 litro por hora<sup>42,43</sup>.

O nível de conhecimento e a caracterização das práticas de hidratação de atletas de diferentes modalidades tem sido investigado<sup>44-46</sup>. Dos 135 caratecas observados em estudo, apenas 53,13% utilizavam algum tipo de líquido na competição, e 47,06% durante o período de treinamento, no qual a perda hídrica é mais considerável nessa modalidade<sup>45</sup>. Com base nas recomendações do Colégio Americano de Medicina do Esporte<sup>42</sup> (ACSM), Brito & Marins<sup>46</sup> identificaram que os procedimentos de hidratação



adotados por judocas também não eram adequados, sendo, ainda, que a maior parte dos atletas, nunca teve nenhum tipo de orientação técnica sobre o assunto.

A situação de pouca reposição líquida também foi observada em 14,3% dos maratonistas brasileiros, que responderam não ter o costume de se hidratar<sup>47</sup>, e em atletas universitários das mais variadas modalidades (basquetebol, voleibol, futebol, handebol, natação, dança, ciclismo, entre outros)<sup>44</sup>, em que se destaca um percentual de 9% que nunca ou quase nunca se hidratam durante o treinamento; em competições esse valor passa para 5,1%. Esse comportamento aumenta consideravelmente o risco de desidratação, o que, certamente, diminuirá a capacidade de treinamento ou de competição do atleta.

Os estudos acima citados relatam diversas razões que levam os atletas a se hidratarem em quantidades não adequadas, entre eles: desconforto gástrico, palatabilidade, ausência de orientação por parte dos técnicos e preparadores físicos, o alto custo de alguns repositores hidroeletrólíticos, ou, simplesmente, por consideram a hidratação irrelevante. Percebe-se, portanto, que apesar de a palatabilidade não ser o principal motivo pelo qual os atletas se hidratam pouco, uma bebida mais palatável poderá contribuir para aumentar o consumo de líquidos e diminuir as chances do aparecimento de um quadro de desidratação<sup>1</sup>.

Em outro estudo, atletas foram questionados sobre as estratégias de hidratação que usualmente adotam, e, mais de 70% dos triatletas, ciclistas e corredores de fundo entrevistados revelaram não se importar com a temperatura do líquido com o qual se hidratam, atentando apenas em não ingerir líquidos em temperaturas demasiadamente baixas, uma vez que, segundo os atletas, isso causa grande mal-estar<sup>48</sup>. A Tabela 1 apresenta a distribuição percentual de preferência da temperatura do líquido de atletas brasileiros de diferentes modalidades, em que se pode observar maior concentração das respostas para líquidos refrigerados.

**Tabela 1.** Relação de estudos sobre o percentual da preferência individual da temperatura do líquido entre atletas.

	Marins & Ferreira <sup>44</sup>	Brito et al. <sup>45</sup>	Brito & Marins <sup>46</sup>	Ferreira <sup>49</sup>	Brito et al. <sup>50</sup>
	Atletas universitários <sup>*</sup>	Caratecas	Judocas	Corredores de rua	Praticantes de Jiu-Jitsu
Extremamente gelado	6,77	6,67	3,23	1,04	9
Moderadamente gelado	63,54	53,33	63,59	47,15	56
Ambiente	39,09	37,04	33,18	51,81	35

\*Atletas universitários (basquetebol, pólo-aquático, voleibol, futsal, handebol, futebol, judô, jiu-jitsu, ciclismo, natação e dança).

Mundel et al.<sup>51</sup> observaram que, durante o exercício contínuo em bicicleta a 34°C, realizado até a exaustão, o líquido a 4°C foi significativamente mais consumido do que a uma temperatura mais neutra (19°C), corroborando os resultados encontrados por Sandick et al.<sup>52</sup>, segundo os quais os indivíduos, após o exercício, também preferiram a ingestão de uma bebida que tivesse a temperatura mais baixa, sendo ingerido um maior volume de água a 5°C, comparado às outras temperaturas (16, 22 e 38°C).

Vale ressaltar, entretanto, que o atleta deve estar atento para que o aumento da palatabilidade de uma bebida não induza a um consumo exagerado de líquido. A ingestão irregular com tendência ao excesso pode levar a desconfortos gastrintestinais e também à formação de quadros de hiponatremia, associados ao grande consumo de água, que provocará diluição do sódio plasmático. A fim de evitar problemas como esses, o ACSM<sup>1</sup> recomenda aos atletas monitorarem a variação do peso corporal antes e após o treinamento e a competição, de modo que o volume de líquido perdido sirva como referencial para a quantidade que deve ser reposta.

Algumas proposições têm sido feitas em relação à temperatura da bebida na hidratação. No entanto, as referências se justificam mais pela palatabilidade do que por implicações no esvaziamento gástrico. A proposta de hidratação recomendada pelo ACSM<sup>42</sup> preconiza que o volume de líquido ingerido em intervalos regulares ao longo do exercício, deve estar em uma temperatura palatável, entre 15 e 22°C. A mais recente publicação do ACSM<sup>1</sup> sobre a temática da reposição hídrica reafirma sua posição quanto à faixa de temperatura e seus benefícios à palatabilidade, acrescentando

ainda que, tanto a temperatura como a presença de sabor nas soluções, são preferências que variam grandemente de acordo com os indivíduos e as culturas<sup>1</sup>. A diretriz da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte<sup>5</sup> e o consenso estabelecido pelo *Gatorate Sports Science Institute* (GSSI) na América Latina<sup>53</sup> concordam com as estratégias de hidratação estabelecidas pelo ACSM<sup>42</sup> e salientam ainda que, além de uma temperatura entre 15 e 22°C, a solução deve apresentar sabor que seja adequado às preferências individuais do sujeito, a fim de que as suas necessidades de líquido sejam atingidas mais facilmente.

Com base em trabalhos anteriores, é possível recomendar que a temperatura do líquido consumido nas situações de exercício, tanto água como solução carboidratada, seja indicada tomando como base as condições ambientais nas quais o exercício é realizado, a fim de aproveitar ao máximo dos benefícios termorregulativos proporcionados. Ou seja, durante provas realizadas em climas frios, a administração de uma solução com uma temperatura palatável, em torno dos 19°C, seria interessante, enquanto uma temperatura mais baixa (12°C) seria bem mais indicada para as situações de competições e treinos realizados sob calor intenso. Em condições ambientais termoneutras, pode-se optar pelo uso de uma temperatura em que prevaleça a preferência individual do atleta.

## **CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES/SUGESTÕES**

Os efeitos da temperatura em situações de repouso, considerando o tempo total de esvaziamento gástrico, são considerados mínimos, uma vez que a temperatura intragástrica após a ingestão da bebida normaliza-se rapidamente, inibindo qualquer ação mais intensa da temperatura do líquido.

Soluções geladas ingeridas em repouso aumentam ligeiramente o esvaziamento gástrico, e, mesmo que seus efeitos não sejam significativos, deve-se evitar o uso de soluções com temperaturas extremas em situações pré-exercício, a fim de não colaborar com os efeitos nocivos do estado emocional do atleta no trato gastrintestinal. Contudo, bebidas refrigeradas promovem o aumento da palatabilidade; logo, o seu consumo deve ser monitorado, procurando sempre manter um equilíbrio hídrico.

Recomenda-se que a temperatura do líquido seja indicada tomando como base a condição do ambiente, oferecendo-se bebidas mais geladas em situações de clima quente, não tão geladas em clima frio e mantendo ainda a preferência individual do atleta em ambientes temperados.

Frente ao desenvolvimento de novas tecnologias invasivas, sugere-se, ainda, a necessidade de realização de mais estudos sobre a temperatura do líquido e o esvaziamento gástrico, considerando as mais variadas formas de exercício, devido à escassez de dados atualizados e à impossibilidade de reproduzir, em condições de exercício, os resultados obtidos durante o repouso.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- 1- American College of Sports Medicine - Position Stand: Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc.* 2007; 39(2):377-90.
- 2 - Marins JCB, Dantas E, Navarro S. Deshidratación y ejercicio físico. *Selección.* 2000; 9(3):149–63.
- 3 - Casa DJ, Clarkson PM, Roberts WO. American College of Sports Medicine roundtable on hydration and physical activity: consensus statements. *Curr Sports Med Rep.* 2005; 4(3):115-27.
- 4 - Cheuvront S, Carter R, Sawka MN. Fluid balance and endurance exercise performance. *Curr Sports Med Rep.* 2003; 2(4):202–8.
- 5 - Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte (SBME). Diretriz da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte. Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. *Rev Bras Med Esporte.* 2003; 9(2):1-13.
- 6 - Byrne C, Lim CL, Chew SA, Ming ET. Water versus carbohydrate-electrolyte fluid replacement during loaded marching under heat stress. *Mil Med.* 2005; 170(8):715-21.
- 7 - Nicholas CW, Tsintzas K, Boobis L, Williams C. Carbohydrate-electrolyte ingestion during intermittent high-intensity running. *Med Sci Sports Exerc.* 1999; 31(9):1280-6.

- 8 - Lima-Silva AE, Fernandes TC, De-Oliveira FR, Nakamura FY, Gevaerd MS. Metabolismo do glicogênio muscular durante o exercício físico: mecanismos de regulação. *Rev Nutr.* 2007; 20(4):417-29.
- 9 – Puhl SM, Buskirk ER. Bebidas nutrientes para o exercício e o esporte. In: Wolinsky I, Hikson JFJ. *Nutrição no exercício e no esporte.* 2ª ed. São Paulo: Roca; 2002. p.331-76.
- 10 - Murray R. The effects of consuming carbohydrate-electrolyte beverages on gastric emptying and fluid absorption during and following exercise. *Sports Med.* 1987; 4(5):322-51.
- 11 - Rehrer NJ, Beckers E, Brouns F, Ten Hoor F, Saris WHM. Exercise and training effects on gastric emptying of carbohydrate beverages. *Med Sci Sports Exerc.* 1989; 21(5):540-9.
- 12 - Calbet JA, MacLean DA. Role of caloric content on gastric emptying in humans. *J Physiol.* 1997; 15;498( Pt 2):553-9.
- 13 - Takii H, Takii Nagao Y, Kometani T, Nishimura T, Nakae T, Kuriki T, et al. Fluids containing a highly branched cyclic dextrin influence the gastric emptying rate. *Int J Sports Med.* 2005; 26(4):314-9.
- 14 - Vist GE, Maughan RJ. The effect of osmolality and carbohydrate content on the rate of gastric emptying of liquids in man. *J Physiol.* 1995; 15;486 (Pt 2):523-31.
- 15 - Noakes TD, Rehrer NJ, Maughan RJ. The importance of volume in regulating gastric emptying. *Med Sci Sports Exerc.* 1991; 23(3):307-13.
- 16 - Mitchell JB, Voss KW. The influence of volume on gastric emptying and fluid balance during prolonged exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 1991; 23(3):314-9.
- 17 - Leiper JB, Nicholas CW, Ali A, Williams C, Maughan RJ. The effect of intermittent high-intensity running on gastric emptying of fluids in man. *Med Sci Sports Exerc.* 2005; 37(2):240-7.
- 18 - Brouns F. Gastric emptying as a regulatory factor in fluid uptake. *Int J sports Med.* 1998; 19(suppl2):125-8.
- 19 - Rehrer NJ, Brouns F, Beckers EJ, Ten Hoor F, Saris WH. Gastric emptying with repeated drinking during running and bicycling. *Int J Sports Med.* 1990; 11(3):238-43.

- 20 - Houmard JA, Egan PC, Johns RA, Neuffer PD, Chenier TC, Israel RG. Gastric emptying during 1 h of cycling and running at 75%  $VO_{2max}$ . *Med Sci Sports Exerc.* 1991; 23(3):320-5.
- 21 - Costill DL, Saltin B. Factors limiting gastric emptying during rest and exercise. *J Appl Physiol.* 1974; 37(5):679-83.
- 22 - Valadares CP, Silva RAP, Tavares-Junior WC, Duarte MA. Apresentação da técnica de estudo do tempo de esvaziamento gástrico por meio da ultra-sonografia. *Radiol Brás.* 2006; 39(1):15-18.
- 23 - George JD. New clinical method for measuring the rate of gastric emptying: the double sampling test meal. *Gut.* 1968; 9(2):237-42.
- 24 - Beckers EJ, Rehrer NJ, Brouns F, Ten Hoor F, Saris WH. Determination of total gastric volume, gastric secretion and residual meal using the double sampling technique of George. *Gut.* 1988; 29(12):1725-29.
- 25 - Beckers EJ, Rehrer NJ, Saris WH, Brouns F, Ten Hoor F, Kester AD. Daily variation in gastric emptying when using the double sampling technique. *Med Sci Sports Exerc.* 1991; 23(10):1210-2.
- 26 - van Nieuwenhoven MA, Wagenmakers AJ, Senden JM, Brouns F, Brummer RJ. Performance of the [ $^{13}C$ ]-acetate gastric emptying breath test during physical exercise. *Eur J Clin Invest.* 1999; 29(11):922-8.
- 27 - Lambert GP, Bleiler TL, Chang RT, Johnson AK, Gisolfi CV. Effects of carbonated and noncarbonated beverages at specific intervals during treadmill running in the heat. *Int J Sport Nutr.* 1993; 3(2):177-93.
- 28 - Shi X, Bartoli W, Horn M, Murray R. Gastric emptying of cold beverages in humans: effect of transportable carbohydrates. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2000; 10(4):394-403.
- 29 - Sun WM, Houghton LA, Read NW, Grundy DG, Johnson AG. Effect of meal temperature on gastric emptying of liquids in man. *Gut.* 1988; 29(3):302-5.
- 30 - Collares EF, Brasil Mdo R. Gastric emptying in children. I. Influence of the temperature of a hydration solution for oral use. *Arq Gastroenterol.* 1981; 18(3):123-6.
- 31 - Macedo Ada S, Collares EF, Troncon LE, Machado NC. Gastric emptying in children. VI. Evaluation of the cumulative effect of the water low temperature. *Arq Gastroenterol.* 1986; 23(3):184-8.

- 32 - Thompson DG, Richelson E, Malagelada JR. Perturbation of upper gastrointestinal function by cold stress. *Gut*. 1983; 24(4):277-83.
- 33 - Nakae Y, Kagaya M, Takagi R, Matsutani Y, Horibe H, Kondo T. Cold pain prolongs gastric emptying of liquid but not solid meal: an electrical impedance tomography (EIT) study. *J Gastroenterol*. 2000; 35(8):593-7.
- 34 - Fone DR, Horowitz M, Maddox A, Akkermans LM, Read NW, Dent J. Gastrointestinal motility during the delayed gastric emptying induced by cold stress. *Gastroenterology*. 1990; 98(5 Pt 1):1155-61.
- 35 - Troncon LE, Iazigi N. Effect of test meal temperature on the gastric emptying of liquids. *Braz J Med Biol Res*. 1988; 21(1):57-60.
- 36 - Sun WM, Penagini R, Hebbard G, Malbert C, Jones KL, Emery S, et al. Effect of drink temperature on antropyloroduodenal motility and gastric electrical activity in humans. *Gut*. 1995; 37(3):329-34.
- 37 - Thompson DG, Richelson E, Malagelada JR. Perturbation of gastric emptying and duodenal motility through the central nervous system. *Gastroenterology*. 1982; 83(6):1200-6.
- 38 - McArthur KE, Feldman M. Gastric acid secretion, gastrin release, and gastric emptying in humans as affected by liquid meal temperature. *Am J Clin Nutr*. 1989; 49(1):51-4.
- 39 - Bateman DN. Effects of meal temperature and volume on the emptying of liquid from the human stomach. *J Physiol*. 1982; 331(10):461-7.
- 40 - Armstrong LE, Hubbard RW, Szlyk PC, Matthews WT, Sils IV. Voluntary dehydration and electrolyte losses during prolonged exercise in the heat. *Aviat Space Environ Med*. 1985; 56(8):765-70.
- 41 - Hubbard RW, Sandick BL, Matthews WT, Francesconi RP, Sampson JB, Durkot MJ, et al. Voluntary dehydration and alliesthesia for water. *J Appl Physiol*. 1984; 57(3):868-73.
- 42 - American College of Sports Medicine - Position Stand: Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc*. 1996; 28(1):i-vii.
- 43 - Burke LM. Nutritional needs for exercise in the heat. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol*. 2001; 128(4): 735-48.
- 44 - Marins JCB, Ferreira FG. Nível de conhecimento dos atletas universitários da UFV sobre hidratação. *Fit & Perform J*. 2005; 4(3):175-87.

- 45 - Brito ISS, Brito CJ, Fabrini SP, Marins JCB. Caracterização das práticas de hidratação em Karatecas do estado de Minas Gerais. *Fit & Perform J.* 2006; 5(1):24-30.
- 46 - Brito CJ, Marins JCB. Caracterização das práticas sobre hidratação em atletas da modalidade de judô no estado de Minas Gerais. *Rev Bras Ciên Mov.* 2005; 13(2):59-74.
- 47 - Duarte MFS, Duarte CR, Andrade DR. Perfil de Ultramaratonista Brasileiros. *Treinamento Desportivo.* 1997; 3(2):65-8.
- 48 – Marins JCB, Argudo C, Iglesias ML, Marins N, Zamora S. Hábitos de hidratación en un colectivo de pruebas de resistência. *Selección.* 2004; 13(1):18-28.
- 49 - Ferreira FG. Hidratação e perda hidromineral em corredores e indivíduos ativos [dissertação]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2007.
- 50 – Brito ISS, Dinis A, Brito CJ, Marins, JCB. Caracterização das práticas e hábitos de hidratação em lutadores brasileiros de jiu-jitsu. In: Fontoura P (org). *Coleção pesquisa em educação física.* Jundiaí: Fontoura; 2007. p.153-60.
- 51 - Mundel T, King J, Collacott E, Jones DA. Drink temperature influences fluid intake and endurance capacity in men during exercise in a hot, dry environment. *Exp Physiol.* 2006; 91(5):925-33.
- 52 - Sandick BL, Engell DB, Maller O. Perception of drinking water temperature and effects for humans after exercise. *Physiol Behav.* 1984; 32(5):851-5.
- 53 - Gatorade Sports Science Institute (GSSI). Consenso do Conselho Consultivo em Ciência e Educação do GSSI na América Latina. *Atividade física no calor: regulação térmica e hidratação*, 1999. [acesso em 30 ago 2007] Disponível em: <http://www.gssi.com.br/>.



## **ARTIGO 2: WATER BALANCE OF ELITE BRAZILIAN YOUTH SOCCER PLAYERS DURING CONSECUTIVE DAYS OF TRAINING.**

Rafael Pires da Silva<sup>1</sup>, Antônio José Natali<sup>1</sup>, Maurício Gattás Bara Filho<sup>2</sup>, Jorge Roberto Perrout de Lima<sup>2</sup>, Rita de Cássia Gonçalves Alfenas<sup>3</sup>, João Carlos Bouzas Marins<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Physical Education, Federal University of Viçosa, Viçosa, MG, Brazil.

<sup>2</sup> Faculty of Physical Education and Sports, Federal University of Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, Brazil.

<sup>3</sup> Department of Nutrition and Health, Federal University of Viçosa, Viçosa, MG, Brazil.

Correspondence to: R.P. SILVA. Department of Physical Education, Federal University of Viçosa, Viçosa, MG, Brazil. Av. P.H. Rolfs, s/n., 36571-000, Viçosa, MG, Brasil E-mail: <rafael.pires@ufv.br

## Abstract

High metabolic rates sustained by soccer players during training sessions lead to sweating exposing players to the risk of dehydration. There is limited published data available on fluid balance of youth soccer players during consecutive days of training in tropical weather. This study investigated the pre-training hydration status the fluid intake and the sweat losses of 20 elite male Brazilian adolescent soccer players (mean  $\pm$  SD age,  $17.2 \pm 0.5$  years; height,  $1.76 \pm 0.05$  m; body mass,  $69.9 \pm 6.0$  kg; body mass index,  $21.2 \pm 3.5$  kg/m<sup>2</sup>) on three consecutive days of typical training. Urine specific gravity (USG) and body mass changes were evaluated before and after training sessions to estimate hydration status. Water consumption and urine output were also recorded. Players began the days of training mildly hypohydrated (USG > 1.020) and fluid intake hardly matched fluid losses. It was warmer on day 1 ( $31.5 \pm 2.3^\circ\text{C}$  and  $43.4 \pm 3.2\%$  relative humidity) and total estimated sweat losses ( $2822 \pm 530$  mL) and fluid intake ( $1607 \pm 460$  mL) were significantly higher compared to days two and three. Data also indicate considerable variability in sweat losses between players and there was a significant correlation between the extent of sweat loss and the volume of fluid consumed ( $r^2 = 0.560$   $p = 0.010$ , day 1;  $r^2 = 0.445$   $p = 0.049$ , day 2;  $r^2 = 0.743$   $p = 0.0001$ , day 3). We conclude that sweat losses can be substantial in young soccer players. It is suggested that enhancing athletes' self-perception of sweat loss via training may avoid voluntary dehydration, whilst efforts aimed at educating players about the importance of pre-game hydration must be emphasized.

Key Words: Thermoregulation, fluid balance, fluid replacement, soccer, hydration status, dehydration.

## INTRODUCTION

Soccer is a physically demanding self-paced endurance sport characterized by repeated short sprints that can lead to large increases in metabolic heat production, subsequent elevations in body temperature and the initiation of a sweating response to promote heat loss (Bangsbo et al. 2006). Continued sweating will result in a body water deficit unless replaced and the greater the body water deficit the greater the increase in physiological strain during exercise, such as elevations in core temperature, heart rate, glycogen utilization and perceived exertion (Sawka and Coyle 1999).

Recent findings demonstrate the negative consequences of dehydration on soccer skills (Ali et al. 2007) and physical performance (Edwards et al. 2007) and emphasize the need to ensure fluid balance during soccer training and competition. Several laboratory-based studies involving soccer players have reported data on fluid balance (Drust et al. 2000; McGregor et al. 1999; Nicholas et al. 1995). However, outdoor activities expose the athletes to oscillations in environmental conditions that could, for example, both impose radiative heat gain/stress and increase the efficiency of evaporative heat loss in order to minimize elevations in thermal stress. There are reports in the literature where habitual training and hydration regimes are maintained which reflect what happens in the field. For example, Mustafa and Mahmoud (1979) have reported mean sweat rates of 0.6 L/h and 2.9 L/h for soccer players in cool and hot environments, respectively. More recently, Shirreffs et al. (2006) found a wide inter-individual variability in the sweat loss (from less than 1 L to more than 3 L) between soccer athletes. Maughan et al. (2005) reported that not all soccer players were well hydrated at the beginning of the training and those players who started practice with the highest urine osmolality voluntarily drank more fluid during practice, possibly to compensate for their prepractice fluid deficit.

In the afore-mentioned studies, however, measurements were made on a single day in adult athletes. Very few data are available on fluid balance during consecutive days or evaluating youth players (Godek et al. 2005a; Stover et al. 2006a). Considering that physical fitness and metabolic heat

vary across different age categories of soccer players (Silva et al. 2008) it is also important to take into account the variation on fluid balance of youth players. Furthermore, several studies have reported thermoregulatory differences between tropical and non-tropical natives (Fox et al. 1974; Nguyen and Tokura 2003), but little is known about fluid balance in young soccer tropical natives players. Like adults, adolescent Brazilian soccer players are engaged in professional tournaments throughout the year and participate in daily high-workload training sessions during differing weekly environmental conditions, which may affect fluid balance. Recently, a study reported that young Brazilian soccer players have inappropriate fluid replacement habits (Ferreira et al. 2009). In that study, the players responded to surveys about their level of knowledge regarding hydration management; however, specific measures of daily hydration status were not included.

Therefore, the aim of the present investigation was to assess the fluid balance in Brazilian youth soccer players on three consecutive days of typical training.

## **METHODS**

### **Participants**

Twenty adolescent soccer players volunteered for the study, all members of the same Brazilian professional soccer team. The experimental protocol was approved by the institutional Ethics Committee (n° 068/2009), and all players and parents gave written informed consent before participating. The mean  $\pm$  standard deviation (SD) physical characteristics of the participants were: age  $17.2 \pm 0.5$  years, height  $1.76 \pm 0.05$  m, body mass (BM)  $69.9 \pm 6.0$  kg, body mass index,  $21,2 \pm 3,5$  kg/m<sup>2</sup>, body fat  $6.5 \pm 3\%$ .

### **Experimental design**

All measurements were made on three consecutive days before the last game of the classification phase of a national competition, with the first day of data collection being the first training day of the week. Training sessions were directed by the coach, began at approximately 09:00 AM and

lasted about two hours and 30 minutes. The training was that normally carried out by all players at this time of the season, and consisted of a warm-up, intermittent running, ball drills and a short game. All players wore standard typical training clothing: T-shirt, vest soccer, shorts, socks and shoes. None of the players changed their clothing during the course of training. Efforts were made to minimally alter the typical behavior of the participants so that they maintained their habitual nutrition and hydration. Environmental conditions were measured every 15 min during the training session by using a wet bulb globe temperature (WBGT) monitor (Quest Temp 36, Quest Technologies, Oconomowoc, WI, USA).

On arrival at the training ground participants were instructed to empty their bladders as completely as possible and defecate if necessary. A sample of urine was collected and the pre-training urine specific gravity (USG) was assessed within 30 minutes of collection, which was used as an index of hydration status. Urine was analysed with a clinical handheld refractometer (model A300; ATAGO Co, Tokyo, Japan) that was calibrated with distilled water prior to the beginning of each test and reviewed periodically between samples with the same individual measuring all urine samples. Nude BM was then measured using a digital electronic scale (CS2000; Ohaus Corp, Pine Brook, NJ) accurate to 0.02 kg. The time between the weigh-in and the start of training was of approximately 30 min. The players were instructed to collect any urine passed during training in containers provided so that this could be taken into account for the calculation of sweat loss from the measured changes in BM (Maughan and Shirreffs, 2008). However, no player produced urine during the time of training.

In an effort to investigate the players' normal behavior only water was provided, as this was what was normally available to the players during training. The players were allowed to consume water *ad libitum* until their BM was measured. Thereafter, players were instructed to continue with their normal drinking routines but drinking only from the bottles provided. Each player's bottle was opaque and clearly labeled with his name and was refilled when necessary. Individual drink bottles were weighed before being provided to the players and at every refilling by using a digital scale (Plenna, MSI INC., USA,  $\pm 0.01$  g). During the training session, all players had free access to

water and the coaching staff scheduled regular breaks to allow the players to drink, according to the normal practice of these players. Players were instructed to drink as much or as little as they wanted but to drink only from the bottles provided and not to spit out any of the fluid or use the fluid to rinse their faces. Separate unmarked bottles were available for those players who chose to rinse their faces. All players were under constant observation before and during the training to ensure compliance. The players were informed that measurements of their sensory, subjective and physiological parameters of fluid replacement would be made, but were unaware that their fluid consumption was measured and were blind to the purpose of the study.

At the end of the training sessions, athletes towed dry and were again weighed nude. Players were asked to empty their bladder as fully as possible and to collect the entire volume in a container provided and the post-training USG and urine volume were assessed. Before and after training sessions players were requested to verbally answer their thirst sensation using a 9-point scale (Maresh et al., 2004) ranging from 1 (not thirsty) to 9 (very thirsty). In addition, water palatability was reported after training sessions using a 10-point hedonic-category scale (Peryam and Pilgrim, 1957) with verbal anchor ranging from 1 (dislike extremely) to 10 (like extremely).

#### **Determination of body mass loss, sweat loss and sweat rate**

Percent BM loss during the practice was estimated as the net BM loss (kg) during the practice divided by the pre-practice BM (equation 1):

$$\text{[Equation 1] Percent BM loss (\%)} = (\text{pre BM} - \text{post BM}) \div (\text{pre BM}) \times 100$$

Sweat loss (mL) was calculated from the change in BM (kg) after correction for fluid intake (mL) and for any urine passed (mL) (equation 2).

$$\text{[Equation 2] Sweat loss} = (\text{pre BM} - \text{post BM}) - (\text{urine output}) + (\text{fluid intake})$$

Sweat rate (mL/h) was estimated as net BM loss (kg) during the 2.5 h training (assuming 1 kg = 1 L) plus total fluid intake (mL) and minus any urine produced (mL) (equation 3):

$$\text{[Equation 3] Sweat rate} = \frac{[(\text{pre BM} - \text{post BM}) - (\text{urine output}) + (\text{fluid intake})]}{\text{exercise time}}$$

The relatively small changes in mass due to substrate oxidation and other sources of water loss (primarily evaporative loss from the lungs) were ignored because this would have been a small component of the total mass loss.

### **Statistical analysis**

The data were tested for normality of distribution and are presented as mean  $\pm$  standard deviation (SD). Pearson correlation coefficients were generated to determine whether there was a relationship between variables such as USG and fluid intake (mL/kg), sweat loss (mL/kg), and fluid intake (mL/kg) for each of the 3 days of training. To determine whether changes occurred over the course of the observation period, repeated measures ANOVA was used to evaluate whether pre-exercise body weight and USG differed between days and Tukey's test of honestly significant difference. Paired t-test was used to determine significant changes in dependent groups (e.g. USG; before x after). Thirst sensation and palatability were tested using the nonparametric Friedman and Mann-Whitney tests and values are presented as median. The significance level was set at 0.05.

## RESULTS

Body mass loss, fluid intake, sweat loss and urine output for each day are shown in Table 1. Sweat rate is presented in Figure 1.

**Table 1.** Changes in body mass (BM), fluid intake, sweat loss, and urine passed (n = 20).

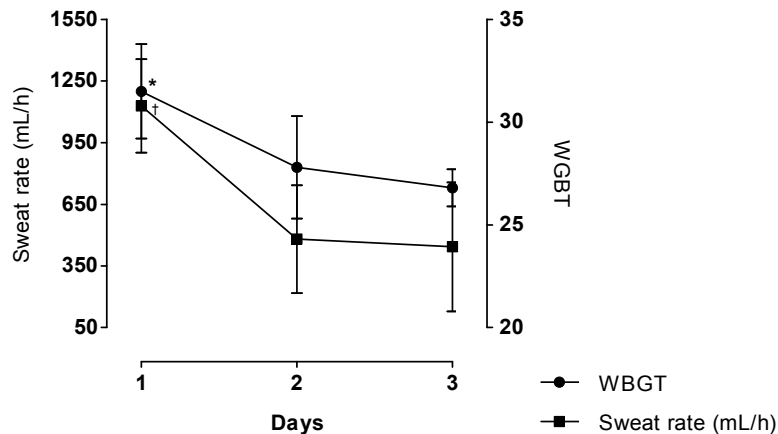
	Day 1				Day 2				Day 3			
	Mean	SD	Min	Max	Mean	SD	Min	Max	Mean	SD	Min	Max
Pre BM (kg)	68.70*	6.34	56.20	81.10	68.58*	6.54	56.00	81.00	68.87*	6.51	55.8	80.7
Post BM (kg)	67.48	6.26	55.30	79.60	68.28	6.37	55.90	80.20	68.29	6.42	55.2	79.9
BM change (kg)	- 1.21	0.46	- 0.40	- 2.50	- 0.30†	0.40	0.40	- 1.00	- 0.58†	0.56	0	- 2.60
BM change (%)	1.77	0.70	0.64	3.90	0.42†	0.32	- 0.64	1.50	0.84†	0.80	0	3.71
Fluid intake (mL)	1607	460	255	2458	1141†	322	660	1977	650†‡	257	107	1135
Sweat loss (mL)	2822	530	1683	3958	1446†	422	794	2407	1235†	730	507	3551
Urine passed (mL)	136	67.79	11	298	147.85	43.90	91	242	133.80	50.34	70	257

Values are mean  $\pm$  standard deviation (SD), minimum (Min) and maximum (Max).

\* P < 0.001 Significantly different from post BM

† P < 0.001 Significantly different from day 1

‡ P < 0.001 Significantly different from day 2



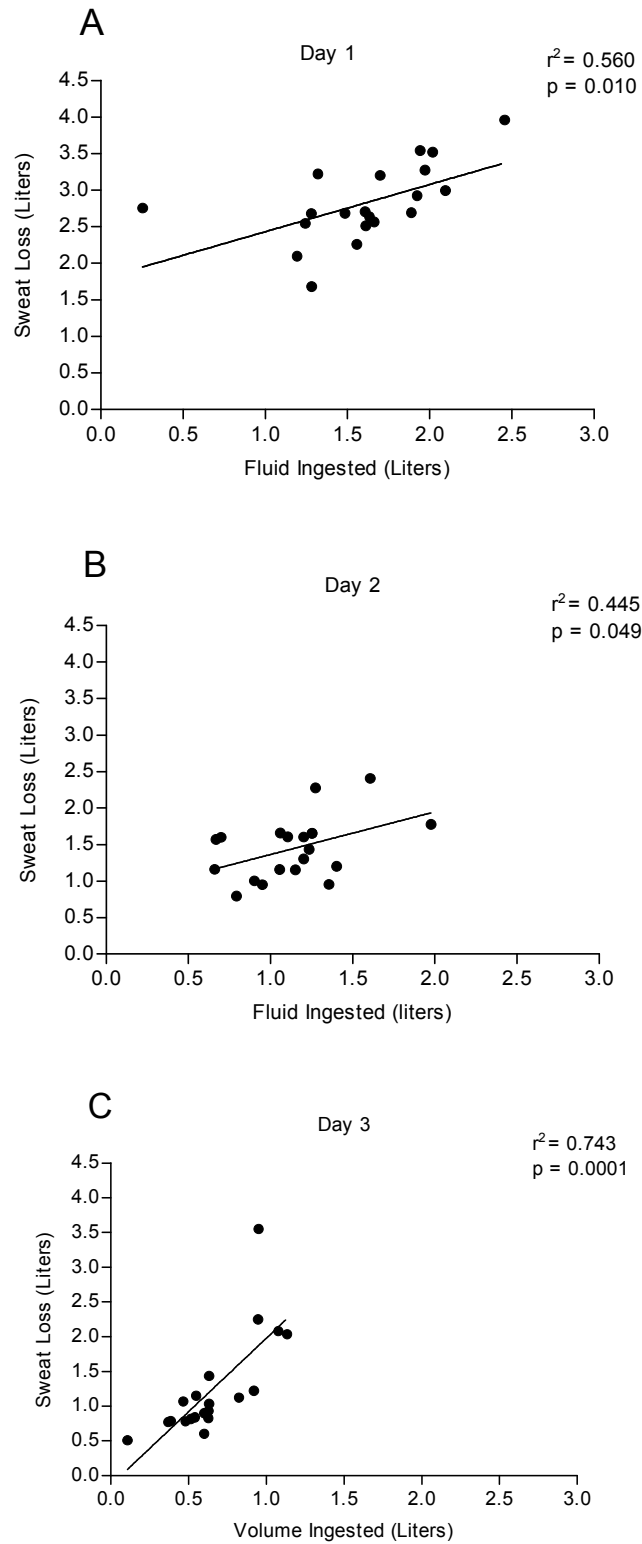
**Figure 1.** Sweat rate (mL/h) and WBGT (°C) during training.

\* P < 0.05 Significantly different from days 2 and 3.

† P < 0.05 Significantly different from day 3.

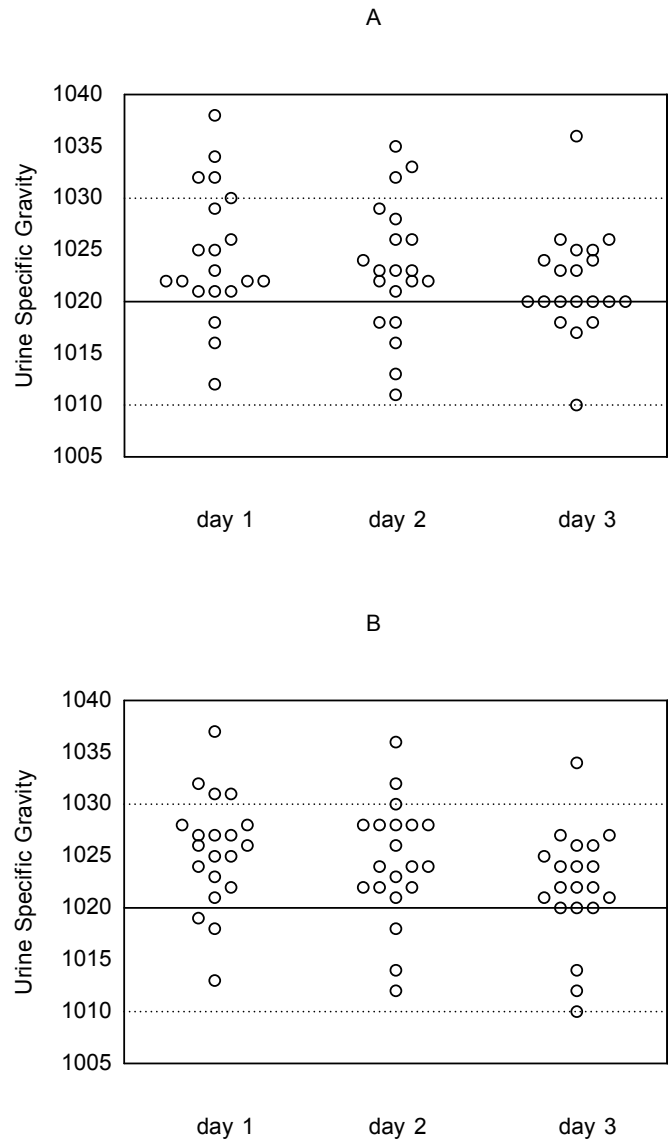
There was a significant correlation between the extent of sweat loss and the volume of fluid consumed in all days of training (Figure 2).





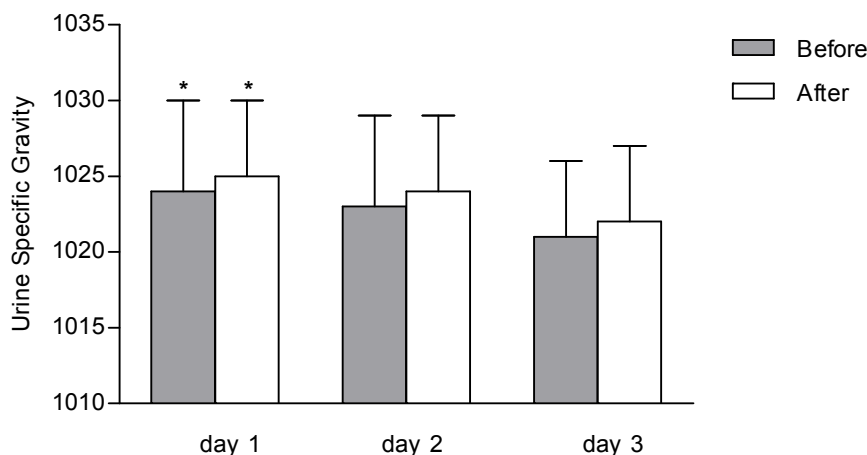
**Figure 2.** Dispersion correspondent to total volume of sweat lost versus total volume of fluid consumed by the players ( $n = 20$ ) during days 1(A), 2 (B) and 3 (C) of training.

Several players provided urine samples in which the USG was greater than 1020 (Figure 3). Pre and post-training USG ranged from 1012 to 1038 and from 1013 to 1037 on day 1, from 1011 to 1035 and from 1012 to 1036 on day 2 and from 1010 to 1036 and from 1010 to 1034 on day 3, respectively.



**Figure 3.** Individual variability of urine specific gravity pre (figure A) and post (figure B) training. Dashed lines are limits for well hydrated (< 1010) and serious dehydration (>1030). Solid line is the limit for minimal (1010 – 1020) and significant dehydration (1021 – 1030) according to Casa et al. (2000).

The mean USG values of the urine samples provided by players before and after training are shown in Figure 4.



**Figure 4.** Urine specific gravity in Brazilian youth soccer players before and after training. Values are mean (SD). \*  $P < 0.001$  Significantly different from day 3.

There was no statistically significant relationship between the pre-training USG and the volume of fluid consumed (day 1:  $r^2 = -0.239$ ,  $P = 0.310$ ; day 2:  $r^2 = 0.242$ ,  $P = 0.304$ ; day 3:  $r^2 = 0.015$ ,  $P = 0.950$ ). Absolute fluid intake and relative fluid intake (mL/kg BM) were not different for euhydrated players versus those who were hypohydrated before each day of training.

Mean ambient temperatures taken during day 1 ( $31.5 \pm 2.3^\circ\text{C}$ ; range,  $28.5 - 32.4^\circ\text{C}$ ) were significantly different ( $P < 0.05$ ) from day 2 ( $27.8 \pm 2.5^\circ\text{C}$ ; range,  $25.3$  to  $30.3^\circ\text{C}$ ) and day 3 ( $26.8 \pm 0.9^\circ\text{C}$ ; range,  $25.3$  to  $29.2^\circ\text{C}$ ). Relative humidity (RH) was lower on day 1 ( $43.4 \pm 3.2\%$ ; range,  $40.2 - 45.6\%$ ) than on day 2 ( $60.3 \pm 5.6\%$ ; range,  $58 - 65\%$ ) or on day 3 ( $75 \pm 10\%$ ; range,  $60 - 85\%$ ).

There was no significant difference ( $P > 0.05$ ) for thirst sensation before (Median = day 1: 5, day 2: 3.5 and day 3: 3) and after (Median = day 1: 4, day 2: 3 and day 3: 4) training or among days ( $P = 0.142$ , pre-training;  $P = 0.135$ , post-training). Pre-training thirst sensation was not correlated to pre-

training USG on day 1 ( $r^2 = 0.049$ ,  $P = 0.251$ ) on day 2 ( $r^2 = 0.019$ ,  $P = 0.934$ ) or on day 3 ( $r^2 = -0.143$ ,  $P = 0.548$ ). There was no correlation between thirst sensation and the total volume ingested (day 1,  $r^2 = -0.0320$ ,  $P = 0.893$ ; day 2,  $r^2 = 0.0523$ ,  $P = 0.954$ ; day 3  $r^2 = -0.136$ ,  $P = 0.569$ ). The drink palatability (Median = 8 for all days) was not significantly different among the days ( $P = 0.444$ ).

## DISCUSSION

This study is the first to report data on fluid balance of Brazilian youth soccer players during consecutive days when habitual training and hydration regimes have been maintained. As currently a limited amount of data is available regarding fluid balance in youth soccer players, thus, possible comparisons are limited.

We found that the players did not consume sufficient fluid during training to match sweat losses particularly on the warmer day (day 1) and so they exhibited a significant reduction in post-training BM. We observed that BM loss ( $-1.21 \pm 0.46$  kg, equivalent to dehydration of  $1.77 \pm 0.70\%$  of pre-training BM), total sweat loss ( $2822 \pm 530$  mL) and fluid intake ( $1607 \pm 460$  mL) were significantly higher on day 1 than on the other days. Sweat rate was also significantly higher on day 1 ( $0.81 \pm 0.19$  L/h) than on day 3 ( $0.49 \pm 0.29$  L/h). Our data are comparable to slightly lower values of BM change ( $1.12 \pm 0.74\%$ ) and to slightly higher sweat rate ( $0.91 \pm 0.27$  L/h) reported by Stover et al. (2006a) during training sessions when sweat rate was also determined (WBGT, 23.9 to 25.6°C; and RH, 38 to 45%). These authors investigated adolescent American football players during training sessions for five consecutive days but evaluated and reported data of sweat rate and BM change (%) for one day only. Our data are in contrast to a mean sweat rate of  $\sim 1.2$  L/h for college football players under environmental conditions in which WBGT averaged 31.9°C (Jacobson et al. 2001) and was less than that reported for collegiate football players ( $0.99 \pm 0.41$  L/h; non-crampers during morning practice) during two-a-day session training (WBGT ranged from 22.7 to 26.0°C, and RH ranged from 72 to 93%) (Stofan et al. 2005). During match-play, where soccer players typically have fewer opportunities for fluid

intake, it is not uncommon to observe BM losses of >1–3% with fluid intake seldom matching fluid lost (Maughan et al. 2007). However, during training this voluntary dehydration might be avoided. Several factors contribute to fluid balance, such as differences in body composition, physical fitness, clothing, drink palatability, intensity and duration of exercise (Sawka et al. 2007; Silva et al. 2009) and might explain the discrepancies between studies. Moreover, environmental factors including ambient temperature, RH and wind speed have a major influence on the sweating response (Shirreffs et al. 2005) whereby the warmer conditions during training on day 1 in the current study (WBGT 31.5°C; RH, 43.4%) may have contributed to higher sweat and BM losses. However, we did not account for wind speed and direction, running speed, distance covered, or other factors that might contribute to the evaporation of sweat on the different days.

The pre-training BM in our subjects were not different throughout the 3-day period. Our data contrast to studies in which pre-training body weight of American high-school football players (Godek et al. 2005a; Stover et al. 2006a) was greater on the first day of testing compared to weights the remainder of the week. According to the authors, the persistent fluid deficit in their studies was due to insufficient fluid replacement during or between sessions of two-a-day training. The participants in the present study, however, were not engaged in multiple practice session in a single day which makes it plausible that it was easier for them to recover the fluid lost before the next day of training.

We observed a wide inter-individual variability in sweat loss. We verified that 6 out of 20 players lost more than 3 L and one player lost 3.9 L on day 1 (range, 1683 to 3959 mL). On day 2 (range, 794 to 2407 mL) very few players had sweat loss more than 2 L and on day 3 (range, 507 to 3551 mL) only one player presented sweat loss of more than 3 L. This variability has previously been reported in professional adult soccer players during match-play and training (Maughan et al. 2005, 2007; Shirreffs et al. 2005). Mustafa and Mahmoud (1979) observed losses of almost 4 L in hot conditions and Shirreffs et al. (2005) investigating soccer players during training sessions carried out in a warmer ( $32 \pm 3^\circ\text{C}$ ,  $20 \pm 5\%$  RH) environment reported mean sweat losses of  $2193 \pm 365$  mL (1672 to 3138

mL). The reasons for this variability remain unclear. Sweat rate is influenced by a number of other factors, including exercise intensity, state of fitness and heat acclimation, but this large inter-individual variability in sweating rate is apparent even when these factors are kept constant (Greenhaff and Clough 1989). Even though some players incur an acute fluid deficit during the course of consecutive days training, recommendations of an increase in fluid intake to all players would not be appropriate for those who incur only a small fluid deficit, whereas the amount and rate of fluid replacement should be according to the individual sweating rate (Swaka et al. 2007). In addition, efforts aimed at educating players to weighing before and after exercise might be of value for controlling this sweat variability.

A significant relationship was observed between fluid intake and estimated sweat loss in all days of training (figure 2). Studies to date have been unable to find such a relationship (Godek et al. 2008; Maughan et al. 2005, 2007). We are not aware of studies that have evaluated adolescent soccer players where similar measurements have been made. Palmer and Spriet (2008) observed a correlation between sweat rate and total fluid intake in junior hockey players that have participated in one morning (13.9°C, 66% RH) and one afternoon (14.6°C, 68% RH) practice on the day of study (authors did not test the same players in the morning and afternoon). This correlation was, however, influenced by 1 subject, and by excluding that subject's data the relationship becomes non-significant. In the current study, even with removal of the highest and lowest (outliers) fluid intake or sweat loss data points, a statistically significant association persists in all days, except day 2 ( $r^2 = 0.019$ ,  $P = 0.934$ ). Several factors that vary between studies can influence drinking behavior including provision of individual bottles, proximity to bottles, drink palatability, duration and number of opportunities to drink (Broad et al. 1996). Besides, the majority of studies have examined thermoregulatory responses of soccer players in non-tropical natives and data from tropical natives are lacking. In the present study, several players ( $n = 8$ ) were able to match fluid lost on the two cooler days of measurement. We suspect that the sweat loss-based perception of the need to replace fluid may be more reliable in players that live in tropical regions such as the volunteers of the current study. Tropical natives are typically

heat-acclimated, presenting reduced resting and exercise heart rate, core temperature, sweating onset threshold and tend to sweat less for a given stimulus in comparison to non-tropical natives (Buono et al. 1998; Nguyen & Tokura 2003). These physiological adaptations reduce heat strain and increase tolerance to exercise in hot environments and tropical natives would have, therefore, a more efficient thermoregulatory system (Fox et al. 1974; Hori, 1995). Passe et al. (2007) also propose enhancing athletes' self-perception of sweat loss via training to avoid voluntary dehydration. Future research could determine whether the relationship between sweat loss and drinking persists under different (warmer and colder) environmental conditions and exercise modalities as well as if tropical athletes accurately perceive fluid loss and are able to use it as a guide for rehydration.

If a value of 1020 for urine USG is accepted as a cutoff point for indication of adequate hydration status (Casa et al. 2000), several players in the present study provided pre-training urine samples higher than 1020, indicating that they were not well hydrated when they arrived at the training grounds (Figure 3). Mean pre-training values were greater than 1020 on all days. However, mean pre and post USG were significantly higher on day 1 than on day 3. This may be due, in part, to lower sweat loss and BM change on day 2, being easier for the players to replace the fluid lost during the resting period before training on day 3. Studies that have evaluated adult soccer players and other team-sport athletes prior to exercise have found that athletes often began the exercise inadequately hydrated (Godek et al. 2005b; Maughan et al., 2007; Osterberg et al. 2009). With regards to adolescent football players, Stover et al. (2006a) observed that before practice on any given day, a minimum of 60% of players had a USG higher than 1.020 (Day 5) and a maximum of 77% of players exceeded this value on day 1 and on day 4. Veale and Pearce (2009), however, reported mean USG values of  $1010 \pm 0.007$  of Australian junior soccer players before a match. These authors did not report details of the USG measurements, such as individual values of USG or if athletes' habitual hydration regimes had been maintained before the practice. Bergeron et al. (2006) observed that USG was quite high before training when adolescent tennis players ingested water ( $1025 \pm 0.005$ ) or a carbohydrate drink ( $1024 \pm 0.006$ ). This is of some

concern because pre-training hypohydration combined with a high sweat loss and an incomplete fluid replacement during training lead to a loss of body water that, if it is of sufficient magnitude, might impair both physical and mental performance (Kirkendall, 1993). Efforts aimed at educating players about the importance of pre-game hydration may help to offset some of the deleterious effects of dehydration.

Maughan et al. (2005) have previously shown that adult soccer players who report for training with the highest urine osmolality are likely to drink more during training. Using USG as the parameter of hydration status, this was not supported by the current study data. Even though our players were not well hydrated prior to training, pre-training USG did not correlate with the volume of fluid intake during training. Other studies have also failed to observe this association (Bergeron et al. 2006; Osterberg et al. 2009). The sensation of thirst typically lags behind the fluid deficit, and dehydration may reach 2% to 3% of BM before the thirst mechanism is stimulated (Greenleaf, 1992). In the present study, thirst sensation was also not correlated to fluid ingestion and players rated the water as palatable (median = 8). It is possible, therefore, that either the pre-training water deficit was not enough to stimulate the thirst mechanism(s) or the players were not able to accurately interpret the thirst scale and replace the fluid based on thirst, as opposed to fluid ingestion based on fluid loss which correlated significantly. Other studies have observed that thirst did not ensure adequate fluid intake, nor was it predictive of drinking behavior (Passe et al. 2007). In addition, providing flavored drinks such as sports drink that contains sodium might contribute to stimulating fluid intake and maximize the volume ingested rather than providing water only.

## **CONCLUSION**

Our findings indicate that a substantial proportion of the players were likely dehydrated before all days of training. Sweat losses can be substantial (> 3.5 L in approximately 2.5 h of training time) in tropical young soccer players and fluid intake hardly matches fluid loss mainly on warmer days. However, enhancing athletes' self-perception of sweat loss for fluid



replacement may prove useful rather than relying on sensations of thirst alone. Regardless the environmental conditions, there is a large variation in sweating response among individual players taking part in the same training session, reinforcing the fact that players must be treated individually with regard to their fluid needs, especially when daily environmental conditions vary.

## REFERENCES

- Ali, A., Williams, C., Nicholas, C.W., and Foskett, A . 2007. The influence of carbohydrate-electrolyte ingestion on soccer skill performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* **39**: 1969 – 1976.
- Bangsbo, J., Mohr, M., and Krstrup, P. 2006. Physical and metabolic demands of training and match play in the elite player. *J. Sports Sci.* **24**: 665-674.
- Bergeron, M.F., Waller, J.L., and Marinik, E.L. 2006. Voluntary fluid intake and core temperature responses in adolescent tennis players: sports beverages versus water. *Br. J. Sports Med.* **40**: 406–410.
- Broad, E.M., Burke, L.M., Cox, G.R., Heeley, P., and Riley, M. 1996. Body weight changes and voluntary fluid intakes during training and competition sessions in team sports. *Int. J. Sport Nutr.* **6**: 307–320.
- Buono, M.J., Heaney, J.H., and Canine, K.M. 1998. Acclimation to humid heat lowers resting core temperature. *Am. J. Physiol.* **274** (5 Pt 2):R1295-9.
- Casa, D.J., Armstrong, L.E., Hillman, S.K., Montain, S.J., Reiff, R.V., Rich, B.S., et al. 2000. National Athletic Trainers' Association Position Statement: Fluid Replacement for Athletes. *J. Athl. Train.* **35**: 212-224.
- Drust, B., Reilly, T., and Cable, N.T. 2000. Physiological responses to laboratory-based soccer-specific intermittent and continuous exercise. *J. Sports Sci.* **18**: 885-92.
- Edwards, A.M., Mann, M.E., Marfell-Jones, M.J., Rankin, D.M., Noakes, T.D., and Shillington, D.P. 2007. Influence of moderate dehydration on soccer performance: physiological responses to 45 min of outdoor match-play

- and the immediate subsequent performance of sport-specific and mental concentration tests. *Br. J. Sports Med.* **41**: 385-91.
- Ferreira, F.G., Altoé, J.L., Silva, R.P., Tsai, L.P., Fernandes, A., Brito, C.J., et al. 2009. Level of knowledge and hydration strategies of young soccer players. *Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance.* **11**: 204-211.
- Fox, R.H., Budd, G.M., Woodward, P.M., Hackett, A.J., and Hendrie, A.L. 1974. A study of temperature regulation in New Guinea people. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.* **268**: 375-91.
- Godek, S.F., Godek, J.J., and Bartolozzi, A.R. 2005a. Hydration status in college football players during consecutive days of twice-a-day preseason practices. *Am. J. Sports Med.* **33**: 843-51.
- Godek, S.F., Bartolozzi, A.R., and Godek, J.J. 2005b. Sweat rate and fluid turnover in American football players compared with runners in a hot and humid environment. *Br. J. Sports Med.* **39**: 205-211.
- Godek, S.F., Bartolozzi, A.R., Burkholder, R., Sugarman, E., and Peduzzi, C. 2008. Sweat rates and fluid turnover in professional football players: a comparison of National Football League linemen and backs. *J. Athl. Train.* **43**: 184-9.
- Greenhaff, P.L., and Clough, P.J. 1989. Predictors of sweat loss in man during prolonged exercise. *Eur. J Appl. Physiol.* **58**: 348 – 352.
- Greenleaf, J.E. 1992. Problem: thirst, drinking behavior, and involuntary dehydration. *Med. Sci. Sports Exerc.* **24**: 645–656.
- Hori, S 1995. Adaptation to heat. *Jpn. J. Physiol.* **45**:921-46.
- Jacobson, B.H., Ransone, J., and Vardiman, P. 2001. Comparison of fluid weight loss between heat related illness episodes and non-episodes in football players. *Intern. Sports J.* **5**: 95–100.
- Kirkendall, D.T. 1993. Effects of nutrition on performance in soccer. *Med. Sci. Sports Exerc.* **25**: 1370-1374.
- Maresh, C.M., Gabaree-Boulant, C.L., Armstrong, L.E., Judelson, D.A., Hoffman, J.R., Castellani, J.W., et al. 2004. Effect of hydration status on thirst, drinking, and related hormonal responses during low-intensity exercise in the heat. *J. Appl. Physiol.* **97**: 39-44.

- Maughan, R.J., Shirreffs, S.M., Merson, S.J., and Horwill, C.A. 2005. Fluid and electrolyte balance in elite male football (soccer) players training in a cool environment. *J. Sports Sci.* **23**: 73-79.
- Maughan, R.J., Watson, P., Evans, G.H., Broad, N., and Shirreffs, S.M. 2007. Water balance and salt losses in competitive football. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* **17**: 583-94.
- Maughan, R.J., and Shirreffs, S.M. 2008. Development of individual hydration strategies for athletes. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* **18**: 457-72
- McGregor, S.J., Nicholas, C.W., Lakomy, H.K., and Williams, C. 1999. The influence of intermittent high-intensity shuttle running and fluid ingestion on the performance of a soccer skill. *J. Sports Sci.* **17**: 895-903.
- Mustafa, K.Y., and Mahmoud, N.E.A. 1979. Evaporative water loss in African soccer players. *J. Sports Med. Phys. Fitness.* **19**: 181-183.
- Nguyen, M.H., and Tokura, H. 2003. Sweating and tympanic temperature during warm water immersion compared between Vietnamese and Japanese living in Hanoi. *J. Hum. Ergol. (Tokyo).* **32**: 9-16.
- Nicholas, C.W., Williams, C., Lakomy, H.K., Phillips, G., and Nowitz, A. 1995. Influence of ingesting a carbohydrate-electrolyte solution on endurance capacity during intermittent, high-intensity shuttle running. *J. Sports Sci.* **13**: 283-90.
- Osterberg, K.L., Horwill, C.A., and Baker, L.B. 2009. Pregame urine specific gravity and fluid intake by national basketball association players during competition. *J. Athl. Train.* **44**: 53-57.
- Palmer, M.S., and Spriet, L.L. 2008. Sweat rate, salt loss, and fluid intake during an intense on-ice practice in elite Canadian male junior hockey players. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* **33**: 263-71.
- Passe, D., Horn, M., Stofan, J., Horwill, C., and Murray, R. 2007. Voluntary dehydration in runners despite favorable conditions for fluid intake. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* **17**: 284-95.
- Peryam, D.R., and F.J. Pilgrim. 1957. Hedonic scale method of measuring food preferences. *Food Technol.* **11**: 9-14.

- Sawka, M. N., and Coyle, E. F. 1999. Influence of body water and blood volume on thermoregulation and exercise performance in the heat. *Exerc. Sport Sci. Rev.* **27**:167-218.
- Sawka, M.N., Burke, L.M., Eichner, E.R., Maughan, R.J., Montain, S.J., and Stachenfeld, N.S. 2007. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med. Sci. Sports Exerc.* **39**: 377-390.
- Shirreffs, S.M., Aragon-Vargas, L.F., Chamorro, M., Maughan, R.J., Serratos, L., and Zachwieja, J.J. 2005. The sweating response of elite professional soccer players to training in the heat. *Int. J. Sports Med.* **26**: 90-95.
- Shirreffs, S.M., Sawka, M.N., and Stone, M. 2006. Water and electrolyte needs for football training and match-play. *J. Sports Sci.* **24**: 699-707.
- Silva, C.D., Bloomfield, J., and Marins, J.C.B. 2008. A review of stature, body mass and maximal oxygen uptake profiles of U17, U20 and first division players in Brazilian soccer. *J. Sports Sci. Med.* **7**: 309-319.
- Silva, R. P., Altoé, J. L., and Marins, J.C.B. 2009. Relevance of temperature and gastric emptying of liquids consumed by individuals who practice physical activities. *Braz. J. Nutr.* **22**: 755-765.
- Stofan, J.R., Zachwieja, J.J., Horswill, C.A., Murray, R., Anderson, S.A., and Eichner E.R. 2005. Sweat and sodium losses in NCAA football players: a precursor to heat cramps? *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* **15**: 641-52.
- Stover, E.A., Petrie, H.J., Passe, D., Horswill, C.A., Murray, B., and Wildman, R. 2006*b*. Urine specific gravity in exercisers prior to physical training. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* **31**: 320-327.
- Stover, E.A., Zachwieja, J.J., Stofan, J.R., Murray, R., and Horswill, C.A. 2006*a*. Consistently high urine specific gravity in adolescent American football players and the impact of an acute drinking strategy. *Int. J. Sports Med.* **27**: 330–335.
- Veale, J.P., and Pearce, A.J. 2009. Physiological responses of elite junior Australian rules footballers during match play. *J. Sports Sci. Med.* **8**: 314-319.

**ARTIGO 3: PRE-GAME URINE SPECIFIC GRAVITY, SWEAT LOSS AND FLUID INTAKE IN ELITE BRAZILIAN YOUNG MALE SOCCER PLAYERS DURING COMPETITION**

Rafael Pires da Silva<sup>1</sup>, Antônio José Natali<sup>1</sup>, Maurício Gattás Bara Filho<sup>2</sup>, Jorge Roberto Perrout de Lima<sup>2</sup>, Rita de Cássia Gonçalves Alfenas<sup>3</sup>, João Carlos Bouzas Marins<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Physical Education, Federal University of Viçosa, Viçosa, MG, Brazil.

<sup>2</sup> Faculty of Physical Education and Sports, Federal University of Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, Brazil.

<sup>3</sup> Department of Nutrition and Health, Federal University of Viçosa, Viçosa, MG, Brazil.

Correspondence to: R.P. SILVA. Department of Physical Education, Federal University of Viçosa, Viçosa, MG, Brazil. Av. P.H. Rolfs, s/n., 36571-000, Viçosa, MG, Brasil E-mail: <rafael.pires@ufv.br

## ABSTRACT

To optimize the hydration strategies of athletes, knowledge of their sweating response during intense sport specific exercise is useful. Data concerning fluid balance of young soccer players during match-play whilst in competition is sparse. The purpose of this study was to investigate the pre-game hydration status and the fluid balance of young players engaged in a Brazilian competitive soccer match played at a temperature of 28°C (relative humidity 45-55%). Intake of water and sports drink and urine output were recorded. Urine specific gravity (USG) and body mass changes were evaluated before and after the game to estimate hydration status. Data were obtained from 15 male players (age: 17 years, height: 178 cm, mass: 69.4 kg, body mass index,  $20,1 \pm 2,3 \text{ kg/m}^2$ , body surface area:  $1.86 \text{ m}^2$ ). Since one player was expelled 5 minutes into the game, data are available for 10 players who completed the full-time game and 4 substitutes, none of whom played at all. Mean  $\pm$  SD sweat loss of players amounted to  $2.24 \pm 0.63 \text{ L}$ , and mean fluid intake was  $1.12 \pm 0.39 \text{ L}$  ( $n = 10$ ). Corresponding values for substitutes were  $0.61 \pm 0.12 \text{ L}$  and  $0.50 \pm 0.10 \text{ L}$  ( $n = 4$ ). Pre-game USG was  $1020 \pm 0.004$  and was statistically different ( $P < 0.05$ ) from the post-game USG ( $1016 \pm 0.004$ ). The data show a large inter-individual variability in sweat losses and drinking behavior between young soccer players while under competitive match-play conditions. However, when total fluid intake during the game was correlated with the volume of fluid ingested no significant relationship was observed ( $r^2 = 0.504$ ,  $P = 0.137$ ). Fluid replacement remains a challenge for certain athletes whilst educating all players about the importance of pre-game hydration is important.

Key Words: Thermoregulation, fluid balance, sweating, junior athletes, soccer, hydration status, dehydration.

## INTRODUCTION

Soccer is a team sport that incorporates frequent fluctuations between high and low exercise intensities, where the high work rates and extended nature of the game lead to elevations of body temperature and the initiation of a sweating response (Bangsbo et al. 2006). Several reports in the literature have shown that fluid loss in adult soccer players can be substantial (Shirreffs et al. 2005; Maughan et al. 2007) and even mild dehydration may have adverse effects on a number of physiological and cognitive functions that are important for components of soccer performance (Edwards et al., 2007).

Sweat loss is influenced both by exogenous factors, such as environmental conditions and clothing type, and by endogenous factors, such as metabolic rate and body surface area (BSA) (Sawka et al. 2007). While the rate of energy expenditure by soccer players depends on many different independent factors including chronological age, biological maturity, training age, morphology and anthropometry (Silva et al. 2008), sweat loss of soccer players may be different between players engaged in distinct age categories. In addition, as BSA tends to be larger in athletes with greater body mass (BM), such as adult players (Godek et al. 2005), it is reasonable to expect that they have a higher metabolic rate and greater number of sweat glands per unit area and therefore may be capable of sweating at higher rates than smaller young athletes.

Players would normally be expected to ingest fluids during training or match-play, and both water and carbohydrate-electrolyte drinks are widely used. However, unlike the majority of sports, soccer provides few opportunities to drink because of lesser proximity to fluids and the absence of breaks during a match (Edwards and Clark, 2006). Under simulated soccer match conditions, fluid deficits of 1-2% losses of BM seem typical across the majority of environmental conditions (Maughan et al. 2007) and the amount of fluid intake during games hardly matches the fluid lost, often resulting in voluntary dehydration (Shirreffs et al. 2006). When compared to a simulated situation, in real match-plays under competition the players are under constant emotional and psychological stress that may influence their

motivational behavior on the field. Such factors may affect elements of self-pacing that determine variables such as distance covered, energy expenditure and hence fluid balance. Therefore, data concerning fluid balance of young soccer players during competition match-play is warranted.

Knowledge of athletes' pre-exercise hydration status is relevant to fluid balance and it has been reported that, in general, soccer players start match-plays in a hypohydrated state (Maughan et al. 2007). Different methods have been used to measure the hydration status during periods of acute fluid loss. The techniques most widely used include plasma osmolality, urine osmolality and urine specific gravity (USG) (Casa et al. 2005; Armstrong, 2005). Plasma osmolality is often considered to be the most valid technique for assessing hydration status; however it requires invasive procedures that are not practical when used by athletes and coaches in field settings. Simple biomarkers, however, such as USG and body weight, are practical measurements with reasonable accuracy and reliability to predict hydration status with athletes and have been widely employed in field researches (Oppliger et al. 2005; Osterberg et al. 2009). Maughan et al. (2005) observed that adult soccer players who did not start training well hydrated voluntarily drank more fluid during exercise, possibly to compensate for their pre-practice fluid deficit. It remains to be determined, however, whether young soccer players during official match play respond similarly.

The aim of the present study, therefore, was to assess the fluid losses and intake in elite Brazilian youth soccer players during official match-play for the classification phase of a national competition. A measurement of pre-game hydration status and its relationship with the volume of fluid consumed by players was also made.

## **METHODS**

### **Participants**

Fifteen adolescent male players agreed to participate. They were the team members and substitutes of a professional Brazilian club who took part in a match during a national competition. All players and parents gave written informed consent and the study was approved by the institutional Ethics



Committee (n° 068/2009) conforming to the Code of Ethics of the World Medical Association (Declaration of Helsinki). The players' physical characteristics are as follow: age,  $17.2 \pm 0.6$  years, height,  $1.78 \pm 0.06$  m, BM,  $69.4 \pm 6.0$  kg, body fat,  $6.7 \pm 2\%$ , body mass index,  $20,1 \pm 2,3$  kg/m<sup>2</sup>,BSA,  $1.86 \pm 0.11$  m<sup>2</sup>.

### **Experimental design**

The measurements were made during the last game of the classification phase of a national competition. The game was played in the morning (11:30 AM kick-off) and consisted of two 40-minutes periods and a 15 minutes interval between them, the length of under-18 Brazilian official competition. The weather at the time of the match was approximately 28°C with a relative humidity (RH) of between 45–55% measured by a wet bulb globe temperature (WBGT) monitor (Quest Temp 36, Quest Technologies, Oconomowoc, WI, USA). Data for the pre-game urine measurements and thirst sensation of all players are included, but all other data from the players who did not complete the game have been excluded. Complete data are therefore available for 10 players who completed the full 80 minutes of play (one player was expelled 5 minutes into the game) and 4 substitutes, none of whom played.

Approximately one hour before the game all players, including substitutes, reported to the dressing room of the stadium after following their normal pre-game routine. Each player provided a urine sample and was weighed nude on a digital scale accurate to 0.02 kg (model CS2000; Ohaus Corp, Pine Brook, NJ). Pre-game USG was assessed within 30 minutes of collection using a clinical handheld refractometer (model A300; ATAGO Co, Tokyo, Japan). All samples were immediately discarded after assessment. Also, the participants verbally responded to a survey enquiring about thirst sensation using a 9-point scale (Maresh et al., 2004) ranging from 1 (not thirsty) to 9 (very thirsty).

Players and substitutes then changed into match uniforms, received an opaque bottle labeled with the player's name and performed the warming up on the field for about 15 minutes before returning to the dressing room

about 5 minutes before kickoff. The bottles contained water as this was normally available to the players during the match. They were allowed to consume water *ad libitum* but drinking only from the bottles provided and not spitting any of the fluid out or using the fluid to rinse their faces. During match play the players had free access to the bottles that were positioned at a specific place off the field reproducing habitual players' behavior. Individual drink bottles were weighed before being provided to the players and at every refilling using a digital scale (Plenna, MSI INC., USA,  $\pm 0.01$  g). All players were under constant observation by their own support staff and by the researchers before and during the match to ensure compliance. The volumes of fluid ingested or passed by players before BM measurements were not recorded. To reduce potential bias, limited explanations were provided to the players about fluid intake behavior. They were informed that measurements of their sensory, subjective and physiological parameters of fluid replacement would be made, but were unaware that their fluid consumption was measured and were blind to the purpose of the study. Players were also instructed by the coaching staff to ingest 400 mL of a 6% carbohydrate-electrolyte drink over the course of the game; 200 mL 30 minutes before the match and an additional 200 mL at halftime. This volume accounted for the total of fluid ingested. The players were instructed to collect any urine passed during the game in containers provided so that this could be taken into account in the calculation of sweat loss from the measured changes in BM. None of the players passed urine in the period between the measurement of the initial BM and the start of the match. Two of the 10 players involved in the game and one substitute passed urine at halftime. Substitutes warmed up with players before the game, and then stood on the corner line during the game.

At the end of the match, any excess of sweat was toweled and volunteers were weighed as prior to the game. Players were asked to empty their bladder as fully as possible and to collect the entire volume in a container provided and the post-game USG and urine volume was assessed. Water palatability was reported after the match using a 10-point hedonic-category scale (Peryam and Pilgrim, 1957) with verbal anchor ranging from 1 (dislike extremely) to 10 (like extremely) as well as thirst sensation like prior

to the game. Sweat loss was estimated using the change in BM, corrected for any urine loss and the volume of fluid consumed. The relatively small changes in BM due to substrate oxidation and other sources of water loss (primarily evaporative loss from the lungs) were ignored. BSA was calculated using height and mass (DuBois & DuBois, 1916).

### Statistical analysis

Data were tested for normality of distribution and are presented as mean  $\pm$  standard deviation. Data sets found not to be normally distributed are presented as median and range. Pearson correlation coefficients were generated to determine whether there was a relationship between several variables such as USG and fluid intake (mL/kg), sweat loss (mL/kg) and fluid intake (mL/kg). Paired t-test was used to determine significant changes in dependent groups (e.g. USG; before x after). The significance level was set at 0.05.

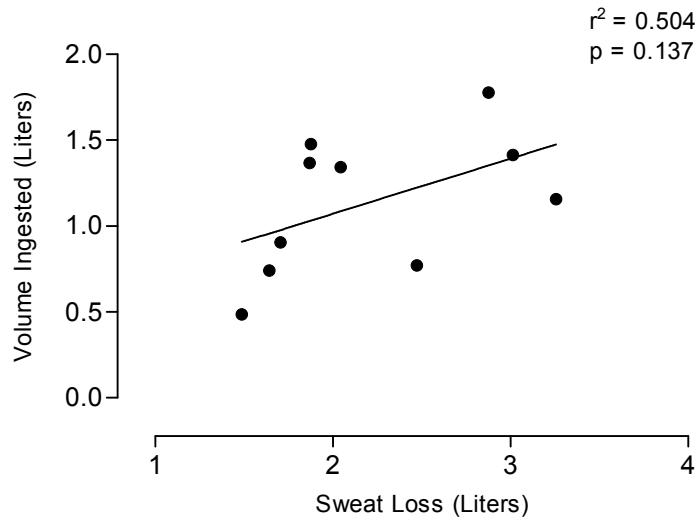
## RESULTS

Body mass losses, fluid intake, sweat loss and urine output data of the players that completed the game (n = 10) and substitutes (n = 4) are shown in Table 1.

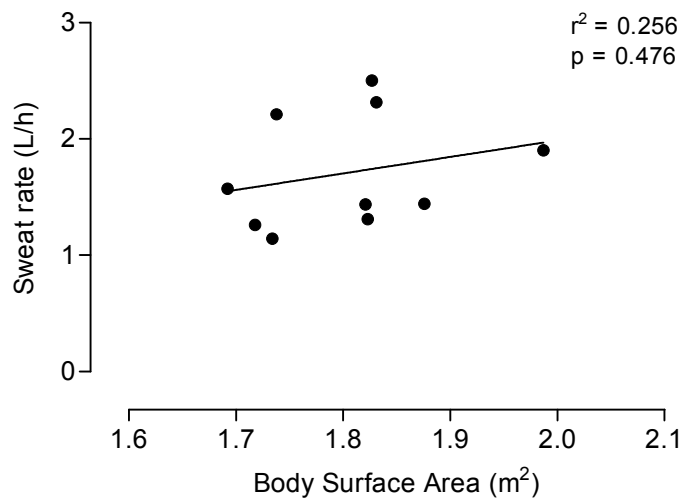
**Table 1.** Changes in body mass, fluid intake, estimated sweat loss and urine output for the players who completed the game (n = 10) and the substitutes (n = 4).

Variable	Players (n = 10)	Range	Substitutes (n = 4)	Range
Mass loss (kg)	1.08 $\pm$ 0.55	0.40 - 2.10	0.17 $\pm$ 0.04	0.10 - 0.20
Mass loss (%)	1.62 $\pm$ 0.78	0.59 - 3.15	0.27 $\pm$ 0.06	0.16 - 0.31
Fluid intake (L)	1.12 $\pm$ 0.39	0.47 - 1.76	0.55 $\pm$ 0.10	0.40 - 0.70
Sweat loss (L)	2.24 $\pm$ 0.63	1.48 - 3.25	0.60 $\pm$ 0.12	0.34 - 0.71
Sweat rate (L/h)	1.71 $\pm$ 0.48	1.14 - 2.50	0.35 $\pm$ 0.13	0.15 - 0.50
Urine output (L)	0.12 $\pm$ 0.10	0.0 - 0.29	0.25 $\pm$ 0.10	0.11 - 0.32

There was no significant relationship between the total volume of sweat lost during the match and the volume of fluid ingested ( $r^2 = 0.504$ ,  $P = 0.137$ ; Figure 1). There was also no statistically significant relationship between BSA and sweat rate ( $r^2 = 0.256$ ,  $P = 0.476$ ; Figure 2).

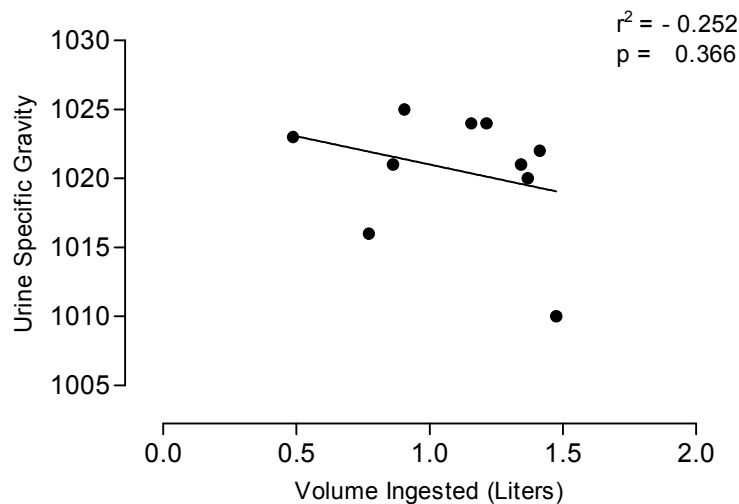


**Figure 1.** Dispersion correspondent to total volume of sweat lost versus total volume of fluid consumed by the players ( $n = 10$ ) during the match.



**Figure 2.** Dispersion correspondent to body surface area versus sweat rate of the players ( $n = 10$ ) during the match.

The pre-game USG ( $1020 \pm 0.004$ ; range, 1010 - 1025) of the players was statistically different ( $P < 0.05$ ) from the post-game USG ( $1016 \pm 0.004$ ; range, 1007 - 1018). There was no statistically significant relationship between the pre-game USG and the volume of fluid consumed ( $r^2 = -0.252$ ,  $P = 0.366$ ; figure 3).



**Figure 3.** Dispersion correspondent to pre-game urine specific gravity versus total volume ingested during the match (n = 10).

There was no significant difference ( $P > 0.05$ ) for thirst sensation before ( $4.0 \pm 1.5$ ; range, 1 - 6) and after ( $4.4 \pm 2.5$ ; range, 1 - 8) the game. Pre-game thirst sensation was not correlated to pre-game USG ( $r^2 = -0.0868$ ,  $P = 0.768$ ) or total volume ingested ( $r^2 = 0.0871$ ,  $P = 0.767$ ). The mean value of drink palatability was  $8.3 \pm 0.94$ , ranging from 7 to 9.

## DISCUSSION

The purpose of the present study was to investigate fluid balance in youth soccer players during an official match. We observed that all the players lost weight during the game and the volume of fluid consumed hardly matched fluid lost (Two players and all the substitutes ingested sufficient drink to limit body mass loss to less than 1% of the pre-game body mass). The weight loss varied widely between players ranging from minimal (0.40

kg; 0.59%) to substantial (2.10 kg; 3.15%) with mean values of  $1.08 \pm 0.55$  kg ( $1.62 \pm 0.78\%$ ). Veale and Pearce (2009) investigated Australian adolescent soccer players during four matches (WBGT, 20.1 to 31.4°C; and RH, 42 to 66%) and reported mean BM loss of 1.53 kg (range; 0 - 3 kg) and Stover et al. (2006) reported values of BM change of young American football players of  $1.12 \pm 0.74\%$  during a training session (WBGT, 23.9 to 25.6°C; and RH, 38 to 45%). Previous studies have also reported BM losses of 1.13 – 2.0 % in adult players (Edwards and Clark, 2006). During the match, soccer players typically have fewer intake opportunities and it is not uncommon to observe BM loss by 1–3% or more, with fluid intake seldom matching fluid lost (Burke, 1997; Shirreffs et al. 2006).

Somewhat surprising was the volume of sweat lost of more than 2 L (range 1.48 - 3.25) during a match of 80 minutes. This is not to say that all sweat losses occurred only during game time, as players were certainly sweating during the halftime break (15 min in length). However, it is worth noting that the values of sweat loss in the present study are higher than the volume of 1.3 L reported by Kirkendall (1993) and the  $1.68 \pm 0.40$  L reported by Maughan et al (2007) when adults were evaluated during a regular soccer time of 90 minutes. However, the weather at the time of the match in both studies cited above (approximately 19°C and 8 °C respectively), was far cooler than the weather in the present study (28°C, 45–55% RH). Furthermore, tropical natives are typically heat-acclimated and present a reduced threshold for the onset of sweating (Buono et al. 1998; Nguyen & Tokura 2003), which might have contributed to the higher sweat loss observed during the present study compared to that of European players. We did not account for wind velocity, wind direction, running speed, distance covered, or other factors that might affect sweat evaporation. However, it is important to highlight that the players in the present study performed a match that would determine the team qualifying for the next phase of the competition. Therefore, it is likely that the substantial sweat loss can also be attributed to the athletes' motivation to win the match thereby contributing to the increased possibility of players' engagement with the situations of the game. In addition, as one player was sent off at the beginning of the match,

the remaining players had to provide greater field coverage and their effort might have been higher than if the team was complete.

All players in the present study drank water and carbohydrate-electrolyte drink during the game. There was a large inter-individual variability in fluid intake. Players consumed between about 0.47 L and 1.76 L, and the percentage of replaced sweat loss was ~50%. However, it is noteworthy that the ingestion of 400 mL of carbohydrate-electrolyte drink was recommended by the coaching staff and was not consumed voluntarily. Many factors influence fluid replacement of players in team sports like soccer, including provision of individual bottles, proximity to bottles, drink palatability, duration and number of opportunities to drink (Broad et al. 1996; Silva et al. 2009). The mean value of water palatability in the present study was  $8.3 \pm 0.94$  ranging from 7 to 9 and players had free access of fluid and individual bottles provided. Given these factors, a distinct possibility exists that players in our study ingested fluid which corresponded to half of the mean sweat loss due to the nature of the game in which they have few opportunities to drink. Unfortunately, no record was kept of when the fluid was consumed. There were concerns about influencing the normal drinking behavior of the players if the bottles were weighed at the times necessary to obtain this information. However, we observed that some water was consumed before kickoff, some at the halftime interval and no players consumed water during the game itself. The fluid intake by the substitutes was not excessive and none of them gained mass as opposed to the findings reported by Maughan et al (2007), where 6 of 9 substitutes were heavier after the match. Besides the warmer weather in the present study, the substitutes performed a constant pattern of soccer-specific activities over the course of the game in order stay warmed up and they were not sitting on the bench during the match. The pre-game warm up and this activity during the match might have contributed to some sweat loss that was easily replaced due to their greater proximity and constant access to the drinks' bottles. The volume of urine passed by the players at halftime was small, and the need to pass urine is probably a reflection of pre-game anxiety that some players experience. The total volume of urine passed by the substitutes was substantial compared to that of the players in the game reflecting the generally higher fluid intake and

limited activity, and therefore smaller sweat losses of these individuals. However, care should be taken by the substitutes who spent almost the entire match sitting on the bench with constant access to fluid. There might be some disadvantages for these players in consuming too much fluid if they are then called on to take part in the game (Maughan et al. 2007).

There was no statistically significant relationship between the sweat loss and the fluid ingested by the players, despite a more than trivial association ( $r^2 = 0.5$ ), perhaps confounded by a relatively small sample size. Nevertheless, studies to date have also been unable to find such a relationship (Godek et al. 2008; Maughan et al. 2005, 2007). However, unpublished observations of young Brazilian soccer players during training undertaken by our laboratory have shown a significant relationship between fluid intake and estimated sweat loss. During training activities, however, the coaching staff scheduled regular breaks in activities to allow the players to consume the fluid *ad libitum* and players had more opportunity to drink than during the matches. Replication of the current design with a greater number of subjects might provide increased power and further enhance our ability to achieve statistical significance.

It has been assumed that athletes with greater BM, particularly lean muscle mass, have a higher metabolic rate and a greater BSA, which would promote higher rates of sweating compared with smaller BSA athletes exercising at the same intensity (Godek et al. 2008). In the present study however, there was no statistically significant relationship between BSA and sweat rate, as opposed to the study of Godek et al. (2008) that investigated American football players and reported an association between sweat rate and BSA. Male athletes participating in sports such as soccer have relatively homogeneous physical characteristics. Young Brazilian soccer players are typically average-sized athletes with a height of 173 cm to 177 cm, a mass of 60 kg to 71 kg, and a BSA of 1.71 m<sup>2</sup> to 1.87 m<sup>2</sup> (Silva et al. 2008). Unlike the athletes of the present study, American football players present a heterogeneous population with greater variations in height, mass, BSA, and percentage of body fat. Therefore, it is plausible to expect that sweat rates and sweat losses would differ in these groups.



Studies that have measured the hydration status of soccer players in a free-living situation prior to exercise have observed that they typically start the exercise dehydrated (Maughan et al. 2005, 2007). In the present study, we classified as dehydrated the individuals with USG above 1020, as suggested by the National Athletic Trainers' Association for trained athletes (Casa et al. 2000). Mean values of pre-game USG ( $1020 \pm 0.004$ ) suggest that the players were not dehydrated at the beginning of the game. Coaching staff and players may also have been vigilant in encouraging a high fluid intake due to the importance of the game. Individual analyses, however, make it clear that not all players were well hydrated before the match (10 out of 15 players had pre-game USG greater than 1020) in spite of the game being played late in the morning and affording ample opportunities for fluid intake in the hours beforehand. After the game however, none of the players presented with USG greater than 1020. However, this may not necessarily be interpreted as displaying better hydration during the game, as players still developed mild dehydration ( $1.62 \pm 0.78\%$  of BM) by the end of the match. Some researches argue that the first morning urine void is the most representative of the hydration status of an individual (Casa et al. 2005). In practice, however, this is not always what is collected to estimate the hydration status of an individual and the validity of the first morning void as an index of hydration status has been debated (Armstrong 2005). To avoid changing the behavior of players in the present study, collections were made at the time the players arrived at the match ground. In addition, the validity of USG measures is questionable following acute changes in BM, as would occur following exercise-induced sweat loss (Oppliger et al. 2005). While antidiuretic hormone secretion is not stimulated leading to water conservation, USG measures will remain lower indicating better hydration than the actual hydration state. The lag between exercise-induced dehydration and the point of urine collection needs further investigation, so the true extent of hypohydration in these players is unknown.

When total fluid intake during the game was correlated with the pre-game USG and thirst sensation, no significant relationship was observed. This is in contrast to a previous report in which the volume of fluid ingested by players training in a cool environment was significantly related to the pre-

training urine osmolality (Maughan et al. 2005). Others have argued that the lack of correlation between USG and fluid intake may be due to the thirst mechanism (Osterberg et al. 2009). The sensation of thirst typically lags behind the fluid deficit, and dehydration may reach 2% to 3% of BM before an increase in plasma osmolality stimulates the thirst mechanism (Greenleaf, 1992). In addition, the sensitivity of the USG for acute hydration status as discussed earlier might also explain the absence of association. Popowski et al. (2001) observed that USG lags behind changes in plasma osmolality. During dehydration, plasma osmolality increased with each percentage point of BM lost, but USG did not change from the baseline until BM loss reached 3% (Popowski et al. 2001).

Due to practical difficulties in obtaining reproducible and sufficiently frequent data during match-play, future studies might explore the magnitude of the solute loss on sweat of young soccer players as well as if performance is affected by the fluid deficit reported in the present study. The lack of this information is due in part to problems associated with the reluctance of managers to allow experimental procedures that might distract players from their immediate concerns with the outcome of the match. Therefore, we were not allowed to apply anything on players' skin such as absorbent patches for sweat collection or develop any extra effort in the players such as to test performance. It has been argued, however, that a small loss in BM is unlikely to have any detrimental effect on performance in a task such as a soccer match (Edwards and Noakes, 2009), and encouraging players to consume more fluid than they need to maintain physiological function may be counter-productive (Maughan et al. 2004).

## **CONCLUSION**

These results show that although mean values of pre-game USG indicated that players were not dehydrated prior to the game, individual analysis show that some players were likely hypohydrated before kickoff. It is worthwhile to educate players about the importance of pre-game hydration. In spite of the athletes' small BSA and the reduced match-play time, mean sweat rates were high and some players incurred fluid deficits of about 3% of

BM. The mean fluid intake was about half of the mean sweat loss, indicating that under match-play conditions, fluid replacement remains a challenge for certain athletes.

## REFERENCES

- Armstrong, L.E. 2005. Hydration assessment techniques. *Nutr. Rev.* **63**: S40–S54.
- Bangsbo, J., Mohr, M., and Krstrup, P. 2006. Physical and metabolic demands of training and match play in the elite player. *J. Sports Sci.* **24**: 665-674.
- Broad, E.M., Burke, L.M., Cox, G.R., Heeley, P., and Riley, M. 1996. Body weight changes and voluntary fluid intakes during training and competition sessions in team sports. *Int. J. Sport Nutr.* **6**: 307–320.
- Buono, M.J., Heaney, J.H., and Canine, K.M. 1998. Acclimation to humid heat lowers resting core temperature. *Am. J. Physiol.* **274** (5 Pt 2):R1295-9.
- Burke, L.M. 1997. Fluid balance during team sports. *J. Sports Sci.* **15**: 287-95.
- Casa, D.J., Armstrong, L.E., Hillman, S.K., Montain, S.J., Reiff, R.V., Rich, B.S., et al. 2000. National Athletic Trainers' Association Position Statement: Fluid Replacement for Athletes. *J. Athl. Train.* **35**: 212-224.
- Casa, D.J., Clarkson, P.M., and Roberts, W.O. 2005. American College of Sports Medicine roundtable on hydration and physical activity: consensus statements. *Curr. Sports Med. Rep.* **4**: 115-127.
- DuBois, D., and DuBois, E.F. 1916. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. *Arch. Int. Med.* **17**: 863–871.
- Edwards, A.M., and Clark, N. 2006. Thermoregulatory observations in soccer match-play: professional and recreational level applications using an intestinal pill system to measure core temperature. *Br. J. Sports Med.* **40**: 133-8.
- Edwards, A.M., and Noakes, T.D. 2009. Dehydration: cause of fatigue or sign of pacing in elite soccer? *Sports Med.* **39**: 1-13.

- Edwards, A.M., Mann, M.E., Marfell-Jones, M.J., Rankin, D.M., Noakes, T.D., and Shillington, D.P. 2007. Influence of moderate dehydration on soccer performance: physiological responses to 45 min of outdoor match-play and the immediate subsequent performance of sport-specific and mental concentration tests. *Br. J. Sports Med.* **41**: 385-91.
- Godek, S.F., Bartolozzi, A.R., and Godek, J.J. 2005. Sweat rate and fluid turnover in American football players compared with runners in a hot and humid environment. *Br. J. Sports Med.* **39**: 205-211.
- Godek, S.F., Bartolozzi, A.R., Burkholder, R., Sugarman, E., and Peduzzi, C. 2008. Sweat rates and fluid turnover in professional football players: a comparison of National Football League linemen and backs. *J. Athl. Train.* **43**: 184-9.
- Greenleaf, J.E. 1992. Problem: thirst, drinking behavior, and involuntary dehydration. *Med. Sci. Sports Exerc.* **24**: 645-656.
- Kirkendall, D.T. 1993. Effects of nutrition on performance in soccer. *Med. Sci. Sports Exerc.* **25**: 1370-1374.
- Maresh, C.M., Gabaree-Boulant, C.L., Armstrong, L.E., Judelson, D.A., Hoffman, J.R., Castellani, J.W., et al. 2004. Effect of hydration status on thirst, drinking, and related hormonal responses during low-intensity exercise in the heat. *J. Appl. Physiol.* **97**: 39-44.
- Maughan, R.J., Merson, S.J., Broad, N.P., Shirreffs, S.M. 2004. Fluid and electrolyte intake and loss in elite soccer players during training. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* **14**: 333-46.
- Maughan, R.J., Shirreffs, S.M., Merson, S.J., and Horswill, C.A. 2005. Fluid and electrolyte balance in elite male football (soccer) players training in a cool environment. *J. Sports Sci.* **23**: 73-79.
- Maughan, R.J., Watson, P., Evans, G.H., Broad, N., and Shirreffs, S.M. 2007. Water balance and salt losses in competitive football. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* **17**: 583-94.
- Nguyen, M.H., and Tokura, H. 2003. Sweating and tympanic temperature during warm water immersion compared between Vietnamese and Japanese living in Hanoi. *J. Hum. Ergol. (Tokyo)*. **32**: 9-16.
- Oppliger, R.A., Magnes, S.A., Popowski, L.A., and Gisolfi, C.V. 2005. Accuracy of Urine specific gravity and osmolality as indicators of hydration status. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* **15**: 236-251.

- Osterberg, K.L., Horswill, C.A., and Baker, L.B. 2009. Pregame urine specific gravity and fluid intake by national basketball association players during competition. *J. Athl. Train.* **44**: 53-57.
- Peryam, D.R., and F.J. Pilgrim. 1957. Hedonic scale method of measuring food preferences. *Food Technol.* **11**: 9-14.
- Popowski, L.A., Oppliger, R.A., Lambert, P.G., Johnson, R.F., Johnson, K.A., and Gisolfi, C.V. 2001. Blood and urinary measures of hydration status during progressive acute dehydration. *Med. Sci. Sports Exerc.* **33**: 747–753.
- Sawka, M.N., Burke, L.M., Eichner, E.R., Maughan, R.J., Montain, S.J., and Stachenfeld, N.S. 2007. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med. Sci. Sports Exerc.* **39**: 377-390.
- Shirreffs, S.M., Aragon-Vargas, L.F., Chamorro, M., Maughan, R.J., Serratos, L., and Zachwieja, J.J. 2005. The sweating response of elite professional soccer players to training in the heat. *Int. J. Sports Med.* **26**: 90-95.
- Shirreffs, S.M., Sawka, M.N., and Stone, M. 2006. Water and electrolyte needs for football training and match-play. *J. Sports Sci.* **24**: 699-707.
- Silva, C.D., Bloomfield, J., and Marins, J.C.B. 2008. A review of stature, body mass and maximal oxygen uptake profiles of U17, U20 and first division players in Brazilian soccer. *J. Sports Sci. Med.* **7**: 309-319.
- Silva, R. P., Altoé, J. L., and Marins, J.C.B. 2009. Relevance of temperature and gastric emptying of liquids consumed by individuals who practice physical activities. *Braz. J. Nutr.* **22**: 755-765.
- Stover, E.A., Zachwieja, J.J., Stofan, J.R., Murray, R., and Horswill, C.A. 2006. Consistently high urine specific gravity in adolescent American football players and the impact of an acute drinking strategy. *Int. J. Sports Med.* **27**: 330–335.
- Veale, J.P., and Pearce, A.J. 2009. Physiological responses of elite junior Australian rules footballers during match play. *J. Sports Sci. Med.* **8**: 314-319.

## RECOMENDAÇÕES PRÁTICAS

Com base nas informações obtidas nos três artigos que constituem essa dissertação recomenda-se que os atletas de futebol sejam melhor instruídos quanto à importância da hidratação antes, durante e após a prática esportiva procurando sempre manter um equilíbrio hídrico. Para que este equilíbrio seja mantido, o atleta pode monitorar constantemente o seu peso corporal antes e após cada sessão de treinamento ou jogo, e, a partir das variações verificadas, planejar junto à comissão técnica a melhor estratégia para reposição de líquidos.

Tendo em vista que as variações diárias na produção de suor e conseqüentemente na perda hídrica são decorrentes de diversos fatores, como intensidade e duração do treinamento, temperatura ambiente, aclimação e nível de condicionamento, a estratégia de hidratação adotada deve ser estruturada individualmente e flexível às características inerentes à cada atleta.

Por fim, a fim de que com a melhora da palatabilidade da solução haja um aumento do volume de líquido ingerido próximo aos valores perdidos pelo suor, recomenda-se que a solução oferecida aos atletas para hidratação seja moderadamente gelada (entre 15 e 22°C) e contenha compostos (carboidrato, sódio, aroma) que agreguem sabor atrativo ao gosto do atleta.

## SUGESTÕES PARA NOVOS ESTUDOS

Considerando os aspectos metodológicos desenvolvidos nos estudos realizados nesta dissertação, bem como o referencial bibliográfico consultado, estudos futuros, valendo-se da possibilidade da utilização de procedimentos mais invasivos, como a mensuração da osmolaridade sanguínea, podem ajudar a estabelecer o real grau de desidratação dos atletas após treinamento e competição, o que não foi possível utilizando somente a técnica da gravidade específica da urina.

Além disso, a aplicação de testes de desempenho específicos antes e ao final de cada sessão de treinamento ou competição ajudará a determinar se os hábitos de hidratação adotados pelo atleta durante o exercício e que refletiu em um determinado grau de desidratação ao final do treinamento interfere no rendimento.

Da mesma forma, é importante conhecer os minerais perdidos no suor dos jogadores durante o treino e competição, a magnitude absoluta e relativa tanto por região corporal como pelo tempo, o que não foi abordado nesta dissertação.

Investigações futuras podem ainda contemplar a relação da perda hídrica, volume ingerido, e nível de desidratação inicial a partir de extratos das amostras, como a função e posicionamento de cada jogador, aliado à mensuração de variáveis importantes como; velocidade e distancia percorrida pelo jogador, velocidade e direção do vento, que irão ajudar a compreender melhor as razões que levam à grande variabilidade encontrada nos parâmetros estudados.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da análise do primeiro artigo pode-se concluir que os efeitos da temperatura em situações de repouso, considerando o tempo total de esvaziamento gástrico, são considerados mínimos, uma vez que a temperatura intragástrica após a ingestão da bebida normaliza-se rapidamente, inibindo qualquer ação mais intensa da temperatura do líquido. Soluções geladas ingeridas em repouso aumentam ligeiramente o esvaziamento gástrico, e, mesmo que seus efeitos não sejam significativos, deve-se evitar o uso de soluções com temperaturas extremas em situações pré-exercício, a fim de não colaborar com os efeitos nocivos do estado emocional do atleta no trato gastrintestinal. Contudo, bebidas refrigeradas promovem o aumento da palatabilidade; logo, o seu consumo deve ser monitorado, procurando sempre manter um equilíbrio hídrico.

A partir dos resultados do segundo artigo pode-se concluir que grande parte dos atletas de futebol juvenil estavam desidratados antes do início do treinamento nos dias em que foram avaliados. A produção de suor pode ser considerável (> 3,5 L em aproximadamente 2,5 h de treino) nos atletas que vivem em clima tropical apesar da idade. O consumo de líquidos durante o treinamento dificilmente se equivale ao volume de suor produzido, principalmente nos dias mais quentes. Entretanto, estimular a percepção individual de perda hídrica por parte dos atletas pode ser também relevante do que ter somente a sensação de sede como referência para a hidratação. Independentemente das condições ambientais há uma grande variabilidade na produção de suor entre os atletas, o que reforça os argumentos quanto a necessidade de se individualizar as estratégias de hidratação.

Os dados do terceiro artigo permitem concluir que embora os valores médios da GEU indicassem um estado adequado de hidratação antes da partida, uma análise individual revela que vários atletas estavam hipohidratados antes da partida sendo importante educar os jogadores a respeito da necessidade de uma boa hidratação prévia a atividade. Apesar da menor superfície de área corporal e do tempo reduzido de jogo em relação a indivíduos adultos, a taxa de produção de suor foi elevada e



alguns atletas chegaram a ter reduções de 3% da massa corporal. A média do volume de líquido ingerido foi quase a metade da média do suor produzido indicando que em situações de competição a hidratação permanece um desafio para certos atletas.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS

*Campus Universitário - Viçosa, MG - 36570-000 - Telefone: (31) 3899-1269*

---

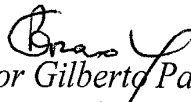
Of. Ref. Nº 068/2009/Comitê de Ética

Viçosa, 20 de agosto de 2009.

Prezada Professora:

Cientificamos V. S<sup>a</sup>. de que o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, em sua 4<sup>a</sup> Reunião de 2009, realizada em 18-8-2009, analisou, sob o aspecto ético, e *aprovou*, o projeto de pesquisa intitulado *Estudo do balanço hídrico de atletas e praticantes de atividade física*.

Atenciosamente,

  
*Professor Gilberto Paixão Rosado*  
Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos  
Presidente

Ao Professor  
João Carlos Bouzas Marins  
Departamento de Educação Física

/rhs

## ANEXO 2

Universidade Federal de Viçosa  
Departamento de Educação Física  
Laboratório de Performance Humana

Avaliado: \_\_\_\_\_

### TERMO DE CONSENTIMENTO

“Concordo voluntariamente em me submeter a uma pesquisa, que tem como finalidades avaliar o estado de hidratação de praticantes de atividade física prévio à atividade e o balanço hídrico de atletas durante o treinamento e competição, no qual serão avaliadas as respostas sensoriais, subjetivas e fisiológicas do meu processo de hidratação. Sou sabedor que esta avaliação será realizada antes, durante e após a minha prática de atividade física habitual e que haverá procedimentos de coleta de urina antes e depois da atividade. Estou ciente da possibilidade de aparecimentos de sintomas como cansaço, elevação da frequência cardíaca e sudorese, durante a prática ou ao final desta; sintomas estes, normalmente observados em minha atividade física habitual. Sou sabedor ainda que não receberei nenhum tipo de vantagem econômica ou material por participar do estudo, além de poder abandonar a pesquisa em qualquer etapa de seu desenvolvimento. Estou em conformidade que meus resultados obtidos, sejam divulgados no meio científico, sempre resguardando minha individualidade e identificação. Declaro ainda que não sou possuidor de nenhuma comprometimento metabólico ou orgânico que me impeça de realizar um exercício físico. Estou suficientemente informado pelos membros do presente estudo, sobre as condições em que irão ocorrer as provas experimentais, sob responsabilidade do mestrando Rafael Pires da Silva e orientação do prof. Dr. João Carlos Bouzas Marins”.

---

Prof. Dr. João Carlos Bouzas Marins  
Orientador

---

Rafael Pires da Silva  
Mestrando

---

Voluntário ou responsável

### ANEXO 3

#### ESCALA DE SESAÇÃO SUBJETIVA DE SEDE

<b>SENSAÇÃO DE SEDE</b>	
<b>1 – Nenhuma sede</b>	
<b>2</b>	
<b>3</b>	
<b>4</b>	
<b>5</b>	
<b>6</b>	
<b>7</b>	
<b>8</b>	
<b>9 - Sede extrema</b>	

(Maresh et al., 2004)

## ANEXO 4

### ESCALA DA PALATABILIDADE

<b>PALATABILIDADE DA BEBEIDA</b>	
<b>1</b>	<b>– Não gostei</b>
<b>2</b>	
<b>3</b>	
<b>4</b>	
<b>5</b>	
<b>6</b>	
<b>7</b>	
<b>8</b>	
<b>9</b>	
<b>10</b>	<b>– Gostei extremamente</b>

(Peryam and Pilgrim, 1957)