



Revista Científica do Departamento de Ciências Biológicas, Ambientais e da Saúde – DCBAS
Centro Universitário de Belo Horizonte (UNI-BH)

ISSN 1984-7688

Volume 3, Número 2, 2010

Open Access Research – www.unibh.br/revistas/escientia

Hidratação: Conceitos e Formas de Avaliação

Emerson Rodrigues Pereira^{1†}; Thiago Teixeira Mendes^{1,2}; Diogo Antônio Soares Pacheco¹; Adriano Lima Alves¹; Marco Aurélio Anunciação Melo¹; Emerson Silami Garcia¹

¹Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional de Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); ²Departamento de Ciências Biológicas, Ambientais e da Saúde, Centro Universitário de Belo Horizonte (UNI-BH).

†E-mail: emersonedfisica@yahoo.com.br

RESUMO

Apesar da abundância da água no nosso corpo, devemos controlá-la dentro de limites estreitos, sendo que o corpo é muito menos capaz de lidar com a restrição da ingestão de água do que de alimentos. O consumo de líquidos é regulado pela sede e a ingestão de água, como resposta a um *déficit* de líquidos, é essencial para a sobrevivência. Devido à necessidade da manutenção do estado de hidratação, torna-se necessária sua avaliação antes, durante e depois dos exercícios físicos. A avaliação do conteúdo da água corporal e da osmolalidade plasmática são considerados como métodos “padrão-ouro” para avaliação do estado de hidratação, porém existem outros métodos de análise que são mais práticos e apresentam menor custo para realização. Assim, o objetivo desse estudo foi selecionar e apresentar resultados e conceitos presentes na literatura em relação à necessidade da hidratação durante o exercício e apresentar os principais métodos de análise do estado de hidratação. Os resultados mostraram não haver um consenso nas discussões sobre as melhores estratégias de hidratação durante o exercício e que as análises da osmolalidade do plasma e das diferenças na massa corporal provavelmente são ainda as melhores e mais precisas formas de avaliação do estado de hidratação, no caso da impossibilidade de avaliar o conteúdo total da água corporal.

Palavras chave: Hidratação; exercício; variáveis sanguíneas; variáveis urinárias.

INTRODUÇÃO

A água constitui cerca de 50% a 60% da massa corporal de adultos, o que corresponde a aproximadamente 42 litros (L) em um indivíduo de 70 kg, sendo o gradiente osmótico existente entre os meios intra e extracelular, o grande responsável pela troca de água entre esses compartimentos (MAUGHAN, 2003).

Durante o exercício de longa duração, apenas 25% da energia produzida pelo metabolismo é utilizada pelo movimento e, aproximadamente, 75% é liberado sob forma de calor (NOAKES, 2003), o que pode resultar em elevação da temperatura corporal. Diante disso, nosso organismo aumenta a produção de suor no intuito de resfriar o corpo através da evaporação, podendo causar a perda de grandes volumes de água e eletrólitos (MAUGHAN, 2003),

Considerando que a sede controla a ingestão de líquidos, vários mecanismos neurais e hormonais evoluíram para assegurar o mecanismo da sede (McKINLEY *et al.*, 2004) e, conseqüentemente, o consumo de água. Contudo, existe a sugestão de que a ingestão de líquidos deve ser “programada”, ocorrendo em momentos fixos, o que, de acordo com Casa *et al.* (2000) pode evitar que os indivíduos comecem atividades físicas hipohidratados e minimize a redução da massa corporal (MC) durante o

exercício. Por outro lado, considerando as discussões atuais sobre os possíveis riscos relacionados ao excesso de hidratação durante o exercício, alguns autores têm defendido a efetividade da ingestão de líquidos de acordo com a sede, como estratégia segura de reposição de fluidos (MACHADO-MOREIRA *et al.*, 2006).

Devido à necessidade da manutenção do estado de hidratação, torna-se necessária a sua avaliação antes, durante e depois de exercícios físicos, principalmente quando realizados exercício de longa duração e em condições climáticas desfavoráveis à termorregulação. Praticantes de atividades físicas e principalmente os atletas necessitam de métodos práticos, precisos e seguros para avaliar o estado de hidratação em situações de campo (BAKER *et al.*, 2009); no entanto, esses métodos variam de acordo com as limitações metodológicas, circunstâncias para avaliação, facilidade para acessar às amostras, custo financeiro para aplicação e capacidade para detectar pequenas modificações no estado de hidratação (OPPLIGER e BARTON, 2002; CHEUVRONT e SAWKA, 2005).

A avaliação do conteúdo da água corporal e da osmolalidade plasmática (P_{osm}) surgem como “padrão-ouro” para a análise do estado de hidratação (CHEUVRONT e SAWKA, 2005; POPOWSKY *et al.*, 2001), sendo que a P_{osm} está diretamente relacionada com o controle da sede (HEW-BUTLER *et al.*, 2007) e com a secreção do hormônio arginina-vasopressina (LEJEMTEL e SERRANO, 2007; FIGARO e MACK *et al.*, 1997).

Devido à dificuldade de obtenção de amostras sanguíneas em coletas de campo, muitos estudos optam por não utilizar essas análises (CHEUVRONT e SAWKA, 2005), recorrendo assim às variáveis urinárias (que são de mais fácil obtenção), além das diferenças da MC em decorrência do exercício.

Embora as variáveis urinárias possam não identificar de maneira confiável as variações no estado de hidratação aguda (POPOWSKY *et al.* 2001; SHIRREFFS e MAUGHAN, 1998), estas são muito utilizadas principalmente pela facilidade na obtenção de amostras e praticidade na análise (CHEUVRONT e SAWKA, 2005).

Knechtle *et al.* (2009), observaram que, após percorrerem 120 km de ciclismo, alguns atletas estavam euhidratados, apesar da redução da MC (1,9%) e aumento da gravidade específica da urina (GEU). De acordo com Hamouti *et al.* (2010) e Shirrefs e Maughan (1998), as análises urinárias podem ocasionar em uma interpretação errônea do estado de hidratação, em decorrência da sua baixa especificidade, podendo ter relação com a composição corporal dos indivíduos e ainda com diferenças culturais (MANZ *et al.* 2003). Diante disso, o objetivo do presente estudo foi revisar a literatura em relação à necessidade da hidratação durante o exercício e apresentar os principais métodos de análise do estado de hidratação em exercício.

MÉTODOS

Foram realizadas pesquisas em periódicos nacionais e internacionais de grande relevância científico-acadêmica, localizadas na base de dados do sistema de pesquisas PubMed, de julho a novembro de 2010, sem, no entanto, limitar a data de publicação dos artigos.

Hidratação e exercício

Água é, sem dúvida, a molécula mais abundante no corpo de todos os animais; e manter um nível adequado de água no corpo é essencial para sobrevivência (McKINLEY *et al.*, 2004). De acordo com Maughan (2003) a prática de exercício prolongado, principalmente em ambientes quentes, resulta na perda significativa de água pelo corpo, potencializando o surgimento de estresses fisiológicos relacionadas ao calor, como, por exemplo, a desidratação e conseqüente hipertermia. Assim, um atleta submetido a um treinamento intenso com uma alta temperatura ambiental pode perder vários litros de suor em um único dia, podendo chegar ao extremo de 10 a 12 litros, o que equivale a cerca de 25% do conteúdo de água de um homem de porte médio (MAUGHAN, 2003).

Entende-se como desidratação o processo de perda de água corporal sem a sua reposição adequada (SHIRREFFS, 2003), devendo ser considerado como euhidratado o indivíduo que tenha o conteúdo “normal” da água corporal e hipohidratado e hiperhidratado, o indivíduo que está em débito ou com excesso de água corporal, respectivamente (SAWKA *et al.*, 2007).

Praticantes de atividades físicas estão sujeitos à desidratação por estarem expostos a vários fatores que influenciam a perda de água pelo suor, como: duração e intensidade do exercício, condições

ambientais, tipo de vestimenta e equipamento utilizado (SAWKA *et al.*, 2007). A desidratação pode ainda ser agravada caso a atividade física seja realizada de forma prolongada e especialmente em um clima quente, exigindo um maior consumo de água para substituir as perdas de líquido pelo suor (McKINLEY *et al.*, 2004)

De acordo com Montain e Coyle (1992), é possível que ingestão de fluidos durante o exercício promova um alto fluxo sanguíneo para a pele, atenuando a elevação da temperatura interna, da P_{osm} , concentração de sódio e de outras substâncias que são influenciadas pelo estado de hidratação. De acordo com Gonzalez-Alonso *et al.* (1999), a elevação da temperatura interna é um dos fatores principais para interrupção do exercício quando esta alcança valores considerados críticos. Assim, é necessário que o indivíduo faça ingestão de líquidos antes das atividades físicas prevenindo a desidratação excessiva e evitando mudanças exageradas no balanço hidroeletrólítico e comprometimento do desempenho (SAWKA *et al.*, 2007).

Segundo Daries *et al.* (2000), valores de desidratação $>2\%$ da MC já são suficientes para prejudicar o desempenho no exercício, sendo que isso está relacionado com aumento do estresse cardiovascular e térmico, alterações das funções do sistema nervoso central e também funções metabólicas (CHEUVRONT *et al.*, 2003). Nesse contexto, o consumo inadequado de líquidos pode provocar desidratação, que em altos índices pode ocasionar em conseqüências como colapso respiratório, choque hipertérmico e até mesmo à morte (McKINLEY *et al.*, 2004).

Marino *et al.* (2004) verificaram que a restrição de líquidos durante o exercício fez com que a temperatura retal aumentasse mais rapidamente e proporcionou uma menor tolerância ao esforço. Nesse estudo, os indivíduos realizaram 40 minutos de exercício preparatório, seguido de intensidade fixa (70% da potência máxima) até a fadiga. Cheuvront *et al.* (2003) realizaram um estudo de revisão no qual observaram que dos 13 trabalhos avaliados, 10 deles mostraram melhora no desempenho quando ingeriram algum tipo de líquido durante o exercício comparando com os que nada ingeriram, sendo que nos outros três que não mostraram diferença, os exercícios foram realizados em ambientes temperados e apresentavam curta duração.

Nesse contexto, parece que os benefícios da hidratação são exacerbados em exercícios de longa duração e com menor amplitude em exercícios de curta duração (1995; McCONNELL *et al.*, 1999; CHEUVRONT *et al.*, 2003). Para que a reposição hídrica seja feita de maneira eficiente, é necessário que alguns fatores sejam considerados; dentre eles, o tipo, a temperatura e o volume do líquido ingerido, assim como a frequência de ingestão, a velocidade de esvaziamento gástrico e da taxa de absorção intestinal (SAWKA *et al.*, 2007).

Estratégias de Hidratação

Considerando a impossibilidade de se evitar a perda de grandes volumes de líquido pelo suor em atividades com grande demanda energética, deve haver ênfase nas estratégias de ingestão de líquidos para proteger a integridade física dos indivíduos (MAUGHAN, 2003), por essa ingestão atenuar o processo de desidratação ocasionado pela atividade física.

Diante do exposto, observa-se a importância da reposição hídrica durante o exercício prolongado, podendo atenuar a redução do volume plasmático e fazendo com que a frequência cardíaca não aumente subitamente para manutenção do débito cardíaco (GONZÁLEZ-ALONSO *et al.*, 1995). Dessa forma, para evitar ou retardar o processo de desidratação, é necessário que o indivíduo comece o exercício no estado euhidratado e que faça a ingestão de líquidos durante o exercício para repor as perdas ocasionadas pelo suor (OSTEBERG *et al.*, 2009).

Na tentativa de minimizar os efeitos negativos da perda de água pelo suor, os praticantes de atividades físicas buscam estratégias para manter o estado de hidratação durante o exercício. Assim, nas últimas décadas, tem sido discutido se existe um padrão ideal de hidratação, no que diz respeito à frequência e quantidade de líquido a ser ingerido durante o exercício, sendo que, segundo Sawka *et al.* (2007), vários fatores podem influenciar o consumo de líquido durante o exercício tais como: o tipo de bebida, temperatura, taxa de absorção intestinal e esvaziamento gástrico.

Normalmente, atletas de *resistência aeróbica* começam a atividade euhidratados e se desidratam no decorrer do exercício (CHEUVRONT *et al.*, 2003). Diante disso, indivíduos recorrem a diferentes

alternativas para manter o estado de hidratação, seja ingerindo água ou bebidas isotônicas antes e durante o exercício além da hiperhidratação antes da atividade física.

Com o intuito de atenuar o processo de desidratação, foram publicadas diretrizes para reposição de fluidos (COYLE, 2004), sendo que estas sugerem que a reposição de líquidos durante o exercício deve ocorrer com volumes fixados previamente conforme o tempo de exercício e com intervalos pré-determinados. No entanto, Noakes (2007a), questiona a validade desses protocolos, baseado justamente na falta de evidências científicas consistentes de que esse método seria o mais eficiente.

Reconhecidas instituições internacionais esportivas (NATA, 2000; SAWKA *et al.*, 2007), sugerem que o consumo de líquidos antes e durante o exercício deve ocorrer de maneira planejada e, assim, provavelmente praticamente toda a perda hídrica ocorrida durante o exercício será reposta. Essas instituições sugerem que o nível de desidratação ocorrido durante o exercício não ultrapasse 2% da MC evitando ainda o comprometimento no desempenho. No entanto, existe o questionamento sobre a necessidade de seguir de forma “programada” o padrão de hidratação, justamente devido à ausência de evidências científicas consistentes que comprovem a melhora do desempenho com a reposição de 100% das perdas ocorridas durante o exercício.

Em uma pesquisa desenvolvida por Kay e Marino (2003) foi testada a hipótese de que a ingestão de líquidos atenuaria o estresse termorregulatório promovendo a melhora no rendimento durante a realização de 60 minutos de ciclismo com intensidade auto-regulada em dois tipos de ambientes (quente=33°C e temperado=20°C). Como resultado, a distância total percorrida e a temperatura retal não foram alteradas pelas condições ambientais e nem pela reposição de 100% das perdas hídricas, quando comparada à situação sem ingestão de água. Dessa forma, nessas condições, a reposição plena de água não ofereceu vantagem termorregulatória ou no desempenho durante esse tipo de exercício, independente das condições ambientais.

Dugas *et al.* (2008) avaliaram os efeitos de seis diferentes volumes de líquidos no desempenho de ciclistas submetidos a 80 km de ciclismo com intensidade autorregulada no ambiente quente, sendo que a primeira das situações aconteceu com ingestão *ad libitum* (de acordo com a sede do voluntário - AL) e as demais calculadas a partir do valor de desidratação observado em AL. Os valores de reposição corresponderam a 0%, 33%, 66% e 100% da MC perdida, calculada em um teste de familiarização com água AL. Além disso, foi realizada uma outra situação na qual havia apenas o bochechamento de água sem a ingestão (WET). Nesse estudo, foi verificada a ausência dos efeitos do tratamento ($p>0,05$) para as variáveis termorregulatórias e de desempenho apesar da maior potência desenvolvida nas situações AL, 66 e 100 quando comparada comparado a WET, 0 e 33. Os autores concluíram que beber mais do que o volume consumido *ad libitum* não implica em nenhuma vantagem ergogênica. Porém, como o estudo apresentou um baixo valor amostral ($n=6$) isso favoreceu o surgimento do erro estatístico tipo II, dificultando o aparecimento de diferenças estatísticas entre os grupos.

Backx *et al.* (2003) investigaram os efeitos do volume de líquidos ingeridos sobre o desempenho durante um exercício autorregulado com duração de 60 minutos, em ambiente temperado (20°C e 70% URA). Durante a familiarização, os voluntários ingeriram bebida carboidratada *ad libitum* em períodos regulares (15-20 min, 30-35 min, e 45-50 min). Em seguida, os sujeitos realizaram as outras situações experimentais consumindo muito - HF (300 mL), moderado - MF (150 mL) e pouco líquido - LF (40 mL) nos mesmos momentos da familiarização. Não foram encontradas diferenças no desempenho e nas demais variáveis (frequência cardíaca e MC perdida) entre HF, MF e LF. Entretanto, a sensação de plenitude gástrica nos últimos 30 minutos de exercício foi maior quando mais líquido foi consumido (HF), comparado as situações MF e LF. Além disso, relatos de náuseas e desconforto gástrico foram reportados na situação HF.

De acordo com Noakes (2003), consumir líquidos além do volume *ad libitum*, não resulta em melhora do desempenho e ainda pode superestimar a real capacidade do consumo individual. Em casos extremos, o consumo excessivo de líquidos pode diluir o meio extracelular do sangue e, como consequência, provocar um quadro conhecido como hiponatremia dilucional (níveis de sódio abaixo da normalidade) (O'BRIEN *et al.*, 2001; GARDNER, 2002; NOAKES, 2003).

Segundo Noakes (2003), a ingestão sistematizada de água pode causar desconforto gástrico, náuseas, vômitos e, em casos mais graves, até mesmo morte (NOAKES, 1993). Baseando-se nessas discussões

sobre os possíveis riscos relacionados à hiperhidratação durante o exercício, alguns autores têm defendido a efetividade da reposição hídrica de acordo com a sede como estratégia segura e suficiente de hidratação (MACHADO-MOREIRA *et al.*, 2006; NOAKES, 2007ab). De acordo com esses autores, o mecanismo da sede é considerado como parte do processo evolutivo do ser humano, o qual desenvolveu ao longo do tempo formas diferenciadas e perfeitamente integradas para regular o volume e a P_{osm} , assim como sua temperatura corporal. Dessa forma, o sistema nervoso central seria capaz de indicar corretamente o volume de fluidos a ser ingerido, a partir das informações por ele integradas sobre todas as demandas do organismo. De acordo com Kavouras (2002), a sede pode ser considerada como um mecanismo de emergência para a manutenção do equilíbrio de fluidos, sendo controlada pela P_{osm} e pelo volume plasmático.

Para os críticos desse modelo, a reposição hídrica guiada pelo mecanismo da sede só seria válido nas situações de repouso, pois, durante a atividade física, os seres humanos repõem voluntariamente menos líquidos do que perdem, ocorrendo assim uma “desidratação voluntária”. Outros autores preferem chamar este fenômeno de “desidratação involuntária”, já que as pessoas não diminuem a taxa de ingestão de água “voluntariamente” (GREENLEAF *et al.*, 1983).

Avaliação do estado de hidratação

Considerado o estado de hidratação como um fator determinante para a prática de atividades físicas, a sua avaliação é fundamental para evitar problemas de saúde relacionados à desidratação (MACHADO-MOREIRA *et al.*, 2006).

Historicamente, são utilizadas várias formas de se analisar o estado de hidratação, tanto através de métodos invasivos, quanto de métodos não invasivos. Na década de 1970, pesquisadores dividiram os testes para essa análise em três categorias: testes laboratoriais, medidas objetivas e não invasivas, além das informações subjetivas (SHIRREFFS, 2003). No entanto, é necessário ressaltar que todos os métodos têm suas vantagens e desvantagens, existindo então métodos mais precisos e outros mais práticos para essa análise.

As três categorias de testes para a análise do estado de hidratação são as seguintes:

- **Testes laboratoriais:** análise da P_{osm} e concentração de sódio no plasma, concentração de uréia no sangue, análise de hematócritos e osmolalidade da urina (U_{osm}).
- **Medidas não invasivas:** variáveis como MC, análise de sinais vitais como temperatura, frequência cardíaca e frequência respiratória.
- **Informações subjetivas:** sede, turgor da pele e umidade da mucosa da membrana (boca, nariz e garganta).

Os pesquisadores concluíram que, embora as análises subjetivas fossem as menos precisas, essas eram mais simples, rápidas e mais econômicas (SHIRREFFS, 2003).

De acordo com Cheuvront e Sawka (2005), a P_{osm} e a avaliação da água corporal total são considerados “padrões ouro” para avaliar o estado de hidratação, no entanto, exigem considerável controle metodológico, maior custo e experiência na análise, quando comparadas às demais formas de avaliação, não sendo práticas durante treinamentos e competições (CHEUVRONT E SAWKA, 2005).

Variações na massa corporal (MC)

A técnica de diluição isotópica é considerada a forma mais precisa para medir as alterações do conteúdo total da água corporal (Armstrong, 2007), no entanto, tem um alto custo e análise demanda muito tempo, sendo inviável a sua utilização na maioria das situações de campo e laboratoriais (BAKER *et al.*, 2009). Diante disso, frequentemente assume-se que mudanças agudas na MC em curto período de tempo ocorrem devido a perdas ou ganho de água pelo corpo (SHIRREFFS, 2003). Considerando que a perda de 1 mL de suor equivale à redução de 1 grama na MC (SAWKA *et al.*, 2007), possibilita-se a utilização das mudanças na MC como medida para quantificar a água perdida durante o exercício.

A literatura sugere que a alteração na MC é o principal método para quantificar a perda de líquidos corporais (SHIRREFFS, 2003), sendo capaz de avaliar de forma não invasiva o estado de hidratação por estimar a perda de água corporal em decorrência da atividade física (SAWKA *et al.*, 2007). De acordo com Comitê Olímpico Internacional (COI, 2004) uma pequena redução da MC (<2%) é

tolerável durante o exercício prolongado, no entanto, Sawka *et al.* (2007) estabelece que a redução de 1% da MC ocasionado pelo exercício é um indicativo de hipohidratação, podendo comprometer o desempenho quando as perdas atingem 2% e, em níveis mais elevados, aumentar o risco de aparecimento das doenças relacionadas à elevação da temperatura (SAWKA *et al.*, 2007; NATA, 2000; COYLE, 2004).

Segundo Casa *et al.* (2000), a desidratação de 1 a 2% da MC pode começar a comprometer as funções fisiológicas e ter uma influência negativa com desempenho. Um estudo realizado por Costill e Sparks (1973) mostrou que a frequência cardíaca aumentou significativamente durante o exercício quando houve redução da MC acima de 1,5% em relação à situação controle (euhidratado). Em um outro estudo, Armstrong *et al.* (1985) utilizaram um fármaco diurético no intuito de desidratar passivamente os indivíduos até -2% da MC. Em seguida, os voluntários foram submetidos à corrida com diferentes distâncias: 1.500, 5.000 e 10.000m, e os dados de desempenho foram comparados com o estado de euhidratação. Os resultados mostraram o decréscimo de desempenho em virtude da desidratação em todos os estímulos, sendo que, quanto maior a distância percorrida, pior o desempenho dos indivíduos em relação à situação controle.

De acordo com Casa *et al.* (2000), quando o nível de desidratação é maior que 3% da MC, pode-se comprometer as funções fisiológicas e aumentar o risco de doenças relacionadas à elevação da temperatura interna como: câimbras, esgotamento pelo acúmulo de calor e insolação. Segundo esses autores, esse nível de desidratação é comum dentro de jogos esportivos e pode ocorrer mesmo dentro de uma hora de exercício ou até mesmo antes disso caso o atleta começa o exercício desidratado.

Apesar da utilização da variação de MC para avaliar o estado de hidratação, em provas muito longas, o método não parece tão preciso. Knechtle *et al.* (2009) verificaram o estado de hidratação de atletas em 120 km de ciclismo e identificaram uma redução de 1,9% na MC, além do aumento da GEU. Entretanto, esses autores observaram um aumento do volume plasmático e uma redução do sódio no plasma. Esses autores sugerem que houve redução da massa muscular em decorrência do exercício, uma vez que a concentração de uréia foi aumentada ao final da prova. Dessa forma, a redução da MC pode ter ocorrido em virtude da perda muscular e não somente de líquidos durante o exercício, sendo o mesmo observado por Speedy *et al.* (2001), que identificaram o estado de euhidratação em atletas após uma prova de *Ironman*, apesar da redução de 2,5% da MC.

Por sua vez, Hew-Butler *et al.* (2007), avaliaram o estado de hidratação em triatletas em prova de *Ironman* e observaram que, apesar da redução significativa da MC (3,8%) no decorrer da prova, o volume plasmático e a concentração de sódio do plasma foram mantidos. Considerando que a concentração de sódio é utilizada para estimar as alterações na P_{osm} (padrão ouro), os autores declaram que os indivíduos terminaram a prova euhidratados e sugerem precaução na utilização das alterações da MC como critério de desidratação.

Variáveis sanguíneas

Concentração de hematócrito, hemoglobina e variação do volume plasmático

Apesar de já ter sido observado que em maratonistas o volume plasmático reduz em média 6,5% nos primeiros 6 km da prova e depois disso permanece inalterado (MYHRE *et al.*, 1985), Cheuvront e Sawka (2005) sugerem que esse decresce proporcionalmente ao nível de desidratação, sendo ocasionado pela perda de líquidos ocorrida pelo suor.

Coletas de sangue para subseqüentes análises têm sido utilizadas em pesquisas científicas com o objetivo de analisar o estado de hidratação, tais como hemoglobina e percentual (%) de hematócrito para o cálculo da variação do volume plasmático. Segundo Oppliger *et al.* (2005), mudanças no volume plasmático são eficientes para avaliar o estado de hidratação dos indivíduos. Apesar disso, esses autores sugerem a utilização de mais de um parâmetro de avaliação para confirmação dos resultados obtidos.

De acordo com Stein *et al.* (1949), o aumento da concentração de hematócrito pode ser associado à redução do volume plasmático, sendo que os pesquisadores assumiram que as alterações do percentual de hematócritos ocorriam com igual magnitude em relação à redução do volume plasmático. Além disso, Dill e Costill (1974) sugerem que mudanças no volume sanguíneo e no volume plasmático podem ser calculadas a partir da mensuração de hemoglobina.

O volume plasmático circulante é definido como todo o líquido do espaço vascular - o que exclui as células sanguíneas vermelhas (HEW-BUTLER *et al.*, 2007). A redução do volume de fluidos corporal é associado com a diminuição do volume plasmático, o que pode resultar em impactos negativos na função cardiovascular (GONZALEZ-ALONSO *et al.*, 1997). Portanto, a manutenção do volume plasmático torna-se necessária para a garantia da homeostase.

Um estudo realizado por Daries *et al.* (2000) mostrou que o volume plasmático reduziu 6% nos primeiros 15 minutos de exercício, no entanto, durante o restante da corrida (105 minutos) reduziu apenas 2%. Nesse protocolo, os indivíduos passavam por condições experimentais nas quais ingeriam bebida carboidratada *ad libitum* ou de forma programada, durante 2 horas de corrida em esteira. Os autores relataram ainda não terem observado diferenças comparando as condições de ingestão de fluidos *ad libitum* com outra situação na qual os indivíduos recebiam água de acordo com um protocolo de hidratação (programada).

Em pesquisa desenvolvida com corredores em prova de 21 km, Lippi *et al.* (2008a) e Lippi *et al.* (2008b) observaram uma redução de $8,0 \pm 1,0\%$ e $7,6 \pm 0,9\%$ no volume plasmático antes da corrida quando comparado àquele após a corrida, no entanto, Speedy *et al.* (2001) identificaram a elevação de 10% no volume plasmático em decorrência de uma prova de *Iroman* e verificaram ainda que, ao final da prova, os indivíduos estavam hipohidratados. Entretanto, no estudo de Speedy *et al.* (2001) a taxa de ingestão de líquidos (0,72 L/h) foi maior em relação ao estudo de Lippi *et al.* (2008) (0,45 L/h), o que pode ter ocasionado as diferenças encontrados entre os estudos.

Osmolalidade Plasmática (P_{osm})

A água move-se livremente entre os espaços intracelular e extracelular; sendo deslocada de áreas de menor concentração para as de maior concentração de solutos, de forma a alcançar o equilíbrio osmótico (HEW-BUTLER *et al.* 2007). A combinação do estresse térmico ambiental com a desidratação induzida pelo exercício pode ter como respostas diretas a diminuição do volume plasmático e o aumento da P_{osm} (GONZÁLEZ-ALONSO *et al.*, 1998; SALTMARSH, 2001), dessa forma, a P_{osm} aumenta quando a perda de água induz à desidratação, pois a água é hipotônica em relação ao plasma. Em casos de hipohidratação, espera-se então um aumento da P_{osm} , o que pode ocorrer por perda de água pelo suor, diarreia ou pela produção de urina (SHIRREFFS, 2003).

De acordo com Kavouras (2002), assim como a variação do volume plasmático, a alteração da P_{osm} é um fator de controle da sede, e a ingestão de líquido também ocorre como resposta para o *déficit* de fluidos em qualquer um dos compartimentos - seja intracelular ou extracelular (MCKINLEY *et al.*, 2004) - sendo ainda o principal método de avaliação do estado de hidratação em situações laboratoriais, nas quais é possível obter uma maior precisão na medida (POPOWSKI *et al.*, 2001). Adicionalmente, Armstrong *et al.* (1994) consideram esse método como o mais sensível a mudanças agudas do estado de hidratação, quando comparado com outros marcadores, como a GEU e U_{osm} .

Considerando a P_{osm} como um dos mecanismos de controle da ingestão de líquidos, elevações de 5 a 10 mOsmol.kg⁻¹.H₂O são suficientes para estimular o mecanismo da sede, sendo que, quando os valores da P_{osm} ficam abaixo de 280 mOsmol/kgH₂O, ocorrem estímulos para excreção urinária e, assim, o corpo tende a manter os valores fisiológicos considerados normais - que são entre 280 a 295 mOsmol/kg H₂O (HEW-BUTLER *et al.*, 2007). De acordo com Costill e Sparks (1973), o aumento da produção de urina, o que resulta na redução da P_{osm} , provavelmente é regulado pelos ormorreceptores do hormônio arginina vasopressina (AVP).

Baker *et al.* (2009), mostraram uma alta e significativa correlação entre as alterações do conteúdo da água corporal (técnica de diluição isótopa) com da MC total (0,77 $p < 0,05$) e, ainda, desse último a P_{osm} (0,68 $p < 0,05$). Por sua vez, Popowski *et al.* (2001) declaram que a P_{osm} é a melhor forma de avaliação do estado de hidratação, sendo que, sob condições bem controladas, a P_{osm} aumenta aproximadamente 5 mOsmol/kg a cada 2% de perda da MC pelo suor, sugerindo que a P_{osm} é capaz de medir com precisão mudanças modestas do estado de hidratação aguda (POPOWSKY *et al.* 2001).

Em pesquisa realizada por nossa instituição, em uma prova em situação real de competição (dados não publicados), foi observado que indivíduos submetidos a 21,1 km de corrida têm a P_{osm} aumentada de 288 ± 4 mOsm.kg⁻¹.H₂O (PRÉ) para 296 ± 6 mOsm.kg⁻¹.H₂O (PÓS) $p < 0,05$ e redução de 2,7% da MC

durante a corrida e, portando encerram a prova hipohidratados, mesmo com fornecimento de água em 7 postos de hidratação no decorrer da mesma.

Análises urinárias

Devido à dificuldade de coletar amostras sanguíneas para análise do estado de hidratação, as análises urinárias surgem como uma alternativa em coletas de campo. Além disso, devido à sua característica não invasiva, essas têm sido utilizadas em vários estudos como marcadores do estado de hidratação (SU *et al.*, 2006; KNECHTLE *et al.*, 2009). Popowski *et al.* (2001) sugerem que os parâmetros urinários são uma boa alternativa para coletas realizadas fora do laboratório, justamente pela maior facilidade de obtenção de amostras de urina em relação às sanguíneas.

Gravidade Específica da Urina (GEU)

Assim como a redução da MC, o aumento da GEU pode indicar estado de desidratação (KNECHTLE *et al.*, 2009), e é considerado um bom método não-invasivo para essa análise (ARMSTRONG *et al.*, 1998), sendo usado para identificar estado de hidratação em atletas (FRANCESCONI *et al.*, 1987; SHIRREFFS e MAUGHAN, 1998) e indivíduos fisicamente ativos (BARTOK *et al.* 2004;)

Existem sugestões de diferentes valores da GEU para caracterização do estado de hidratação. Dentre estas temos a proposta por Armstrong *et al.* (1994), na qual se considera hipohidratado o indivíduo com valores superiores a 1029 g/mL, euhidratado quando apresenta valores entre 1013 e 1029 g/mL e hiperhidratado quando os valores são inferiores a 1.013 g/mL. No entanto, outros autores assumem o limite da GEU em 1.020 g/mL para a classificação do estado de euhidratação (CASA *et al.* 2000; SAWKA *et al.* 2007).

Alguns autores consideram a GEU como uma variável bastante sensível para avaliar a perda de água ocasionada pelo exercício realizado no ambiente quente (ARMSTRONG *et al.* 1998; OPPLIGER *et al.* 2005). Nesses estudos, a GEU aumentou paralelamente com o P_{osm} quando a desidratação ultrapassou 1% da MC. Contudo, um estudo realizado por Popowsky *et al.* (2001) mostrou que a GEU não foi alterada até a perda de MC atingir 3%, sendo que seus valores mudaram significativamente dos números basais para 3% e 5% de desidratação avaliada pela MC.

Segundo esses autores, a ingestão de líquidos pode produzir uma amostra de urina que não reflita o estado temporal de hidratação. Isso se justifica pelo fato de que o rim pode filtrar o líquido consumido próximo ao momento do teste. Dessa forma, o valor do estado de hidratação de um atleta ligeiramente desidratado que consumir água e realizar o teste em seguida, medido através da urina, pode não representar o estado de hidratação real (POPOWSKY *et al.*, 2001), sendo esse processo mediado por inibição do hormônio arginina vasopressina (antidiurético), através dos receptores orofaríngeos (FÍGARO e MACK, 1997).

Sawka *et al.* (2007) sugerem que alguns atletas sejam classificados como hipohidratados com GEU em 1020 enquanto a P_{osm} destes indicam estado de euhidratação ($< 290 \text{ mOsmol} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{H}_2\text{O}$). Essa condição de baixa especificidade da GEU para identificar hipohidratação pode ocasionar uma interpretação falso-positiva (HAMOUNTI *et al.*, 2010). Essa situação de interpretação equivocada de fato ocorreu em um estudo realizado por Oppliger *et al.* (2005), no qual foi observada a incidência de 69% de identificação falso-positiva em análise da GEU em um grupo de homens lutadores. Em contraste, Popowski *et al.* (2001) observaram apenas 8% de falso-positivos em análise da GEU nas amostras pré-exercício de um grupo de atletas de *endurance*.

Com a sugestão de que a composição corporal dos indivíduos poderia influenciar o resultado da avaliação do estado de hidratação baseado na GEU, Hamounti *et al.* (2010) observaram que 56% dos jogadores de rúgbi e 11% dos corredores foram classificados incorretamente como hipohidratados pela GEU - sugerindo que diferenças na massa muscular entre os participantes podem ter influenciado para a incidência de determinação de falso-positivos avaliados pela GEU (HAMOUNTI *et al.*, 2010).

Dessa forma, apesar de ser um substituto não invasivo para a P_{osm} , a GEU é considerada como um indicador menos sensível para avaliar o estado agudo de desidratação (OSTEBERG *et al.*, 2009).

Osmolalidade da urina (U_{osm})

Uma outra forma de se avaliar o estado de hidratação é através da análise, na urina, da U_{osm} . Assim como a GEU, esse é um método simples, prático e com um baixo custo; no entanto, surgem algumas dúvidas sobre a precisão dessa medida como único critério de avaliação do estado de hidratação.

De acordo com Shirreffs e Maughan (1998), considera-se no estado de hipohidratação, indivíduos que apresentarem valores de U_{osm} superiores a 900 mOsm/kg; entretanto por se tratar de uma variável muito instável, essa medida apresenta valores com uma grande variação individual.

Estudos com restrição de fluidos mostraram que a U_{osm} aumenta para valores maiores que 900 mOsm/kg, estando estes com 1,9% de redução da MC (SHIRREFFS, 2003). Todavia, a grande variação individual observada pode prejudicar análise dessa variável como critério para hipohidratação, o que está em concordância com Shirreffs e Maughan (1998) que, mesmo sugerindo um ponto de corte para hipohidratação (900 mOsm.kg⁻¹.H₂O), ressaltam a alta instabilidade desta variável.

Shirreffs e Maughan (1998) observaram maiores valores de U_{osm} em boxeadores e lutadores em relação à ginastas (775 ± 263 mOsmol.kg⁻¹) X (627 ± 186 mOsmol.kg⁻¹) p=0,000, o que aponta para a hipótese de que diferenças na MC podem influenciar a composição da urina - o que foi confirmado no estudo realizado por Hamouti *et al.* (2010), com análise da GEU.

Um outro ponto relevante é o fato de diferenças culturais poderem influenciar a U_{osm} . Um estudo realizado por Manz *et al.* (2003) mostrou que existe uma grande diferença na U_{osm} conforme os costumes regionais (bebidas e alimentação). Nesse estudo, os autores observaram uma ampla variação nos valores observados entre alemães (860 mOsm/kg) e poloneses (392 mOsm/kg). De acordo com Popowski *et al.* (2001), uma das dificuldades das análises urinárias para avaliar o estado de hidratação é que a ingestão de líquidos pode produzir uma amostra de urina que não reflita o estado imediato de hidratação, pois os rins podem filtrar o líquido consumido previamente ao teste e, como consequência, um atleta ligeiramente desidratado pode ser avaliado como em estado de euhidratação.

Dessa forma, apesar de serem muito utilizadas para análise do estado de hidratação, juntamente com as alterações na massa muscular, as variáveis urinárias têm como principal limitação a identificação de mudanças agudas no estado de hidratação, sendo, portanto, um método menos sensível que apresenta uma resposta menos confiável quando comparada com a P_{osm} (POPOWSKY *et al.* 2001; SHIRREFFS e MAUGHAN, 1998).

A partir do apontado nesta revisão, percebe-se que a principal limitação da mensuração do estado de hidratação através dos índices urinários é a dificuldade de identificar rapidamente mudanças no estado de hidratação. Esse método pode ser considerado, portanto, menos sensível devido à apresentação de uma resposta retardada quando comparada com a P_{osm} (SHIRREFFS e MAUGHAN, 1998). Dessa forma, a GEU e a U_{osm} apresentam-se como métodos menos fidedignos para avaliação do estado agudo de hidratação, em relação à P_{osm} (POPOWSKY *et al.* 2001).

CONCLUSÃO

De acordo com a literatura revisada, as discussões sobre as melhores estratégias de hidratação parecem estar longe de um consenso sobre o assunto. Apesar das falta a de consenso, a análise da P_{osm} e das diferenças da MC provavelmente são as melhores e mais precisas formas de avaliar o estado de hidratação. Esse tipo de avaliação é interessante de ser realizada no caso da impossibilidade de avaliar o conteúdo total da água corporal e o consumo de líquidos durante o exercício, e torna-se necessária principalmente em exercícios de longa duração realizados em ambiente quente.

REFERÊNCIAS

- ARMSTRONG, L.E.; COSTILL, D.L.; FINK, W.J. Influence of diuretic-induced dehydration on competitive running performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.17, p. 456-461, 1985.
- ARMSTRONG, L.E.; MARESH, C.M.; CASTELLANI, J.W. Urinary indices of hydration status. **International Journal of Sports Nutrition**, v.4, p. 265-279, 1994.

- ARMSTRONG, L.E.; HERRERA SOTO, J.A.; HACKER, F.T.; CASA, D.J.; KAVOURAS, S.A.; MARESH, C.M. Urinary indices during dehydration, exercise and rehydration. **International Journal of Sport Nutrition**, v.8, p. 345-355, 1998.
- BARTOK, C.; OPPLIGERI, R.A. Hydration Testing of Athletes. **Sports Medicine**, v.32, n.15, p. 959-971, 2002.
- BACKX, K.; VAN SOMEREN, K.A.; PALMER, G.S. One hour cycling performance is not affected by ingested fluid volume. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v.13, p.333-342, 2003.
- BAKER, L.B.; LANG, J.A.; KENNEY, W.L. Change in Body Mass Accurately and Reliably Predicts Change in Body Water After Endurance Exercise. **European Journal Applied Physiology**, v.105, p. 959-967, 2009.
- CASA, D.J.; ARMSTRONG, L.E.; HILLMAN, S.K.; MONTAIN, S.J.; REIFF, R.V.; RICH, B.S.E.; ROBERTS, W.O.; STONE, J.A.; JENNIFER A. National Athletic Trainers Association Position Statement: Fluid replacement for athletes. **Journal of Athletic Training**, v.35, p. 212-224, 2000.
- CHEUVRONT, S.N.; CARTER, R.; SAWKA, M.N. Fluid Balance and Endurance performance. **Current Sports Medicine Reports**, v.2, p. 202-208, 2003.
- CHEUVRONT, S.N.; SAWKA, M.N. Hydration Assessment of Athletes. **Sports Science Exchange** 97, v.18, n.2, 2005.
- COSTILL, D.L.; SPARKS K.E. Rapid fluid replacement following thermal dehydration. **Journal of Applied Physiology**, v.34, n.3, p. 299-303, 1973.
- COYLE, E.F. Fluid and fuel intake during exercise. **Journal of Sports Sciences**, v.22, p. 39-55, 2004.
- DARIES, H.N.; NOAKES, T.D.; DENNIS, S.C. Effect of fluid intake volume on 2h running performances in a 25°C environment. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.32, n.10, p. 1783-1789, 2000.
- DILL, D.B.; COSTILL, D.L. Calculation of percentage changes in volumes of blood, plasma and red cells in dehydration. **Journal of Applied Physiology**, v.37, p. 247-248, 1974.
- DUGAS, J.P.; OOSTHUIZEN, U.; TUCKER, R.; NOAKES, T.D. Rates of fluid ingestion alter pacing but not thermoregulatory responses during prolonged exercise 35 in hot and humid conditions with appropriate convective cooling. **European Journal of Applied Physiology**, v.105, p. 69-80, 2008.
- FIGARO, M.K.; MACK, G.W. Regulation of fluid intake in dehydrated humans: role of oropharyngeal stimulation. **American Journal of Physiology**, v.272, p. R1740-1746, 1997.
- FRANCESCONI, R.P.; HUBBARD, R.W.; SZLYK, P.C.; SCHNAKENBERG, D.; CARLSON, D.; LEVA, N.; SILS, I.; HUBBARD, L.; PEASE, V.; YOUNG, J.; MOORE, D. Urinary and hematologic indexes of hypohydration. **Journal of Applied Physiology**, v.62, n.3, p.1271-1276, 1987.
- GARDNER, J.W. Death by water intoxication. **Military Medicine**, v.167, n.5, p. 432-434, 2002.
- GONZÁLEZ-ALONSO, J.; MORA-RODRIGUES, R.; BELOW, P.R.; COYLE, E.F.; Dehydration reduces cardiac output and increases systemic and cutaneous vascular resistance during exercise. **Journal of Applied Physiology**, v.79, n.5, p. 1487-1496, 1995.
- GONZALEZ-ALONSO, J.; MORA-RODRIGUES, R.; BELOW, P.R.; COYLE, E.F. Dehydration markedly impairs cardiovascular function in hyperthermic endurance athletes during exercise. **Journal of Applied Physiology**, v.82, p. 1229-1236, 1997.
- GONZALEZ-ALONSO, J.; CALBET, J.A.L.; NIELSEN, B. Muscle blood flow is reduced with dehydration during prolonged exercise in humans. **The Journal of Physiology**, v.513, p. 895-905, 1998.
- GONZÁLEZ-ALONSO, J.; TELLER, C.; ANDERSEN, S.L.; JENSEN, F.B.; HYLDIG, T.; NIELSEN, B. Influence of body temperature on development of fatigue during prolonged exercise in the heat. **Journal of Applied Physiology**, v.86, n.3, p. 1032-1039, 1999.
- GREENLEAF, J.E.; BROCK, P.J.; KEIL, L.C.; MORSE, J. T., Drinking and water balance during exercise and heat acclimation. **Journal of Applied Physiology**, v.54, n.2, p. 414-419, 1983.
- HAMOUTI, N.; DEL COSO, J.; ÁVILA, A.; MORA-RODRIGUEZ, R. Effects of athletes' muscle mass on urinary markers of hydration Status. **European Journal Applied Physiology**, v.109, p. 213-219, 2010.
- HEW-BUTLER, T.; COLLINS, M.; BOSCH, A.; SHARWOOD, K.; WILSON, G.; ARMSTRONG, M.; JENNINGS, C.; SWART, J.; NOAKES, T.D.. Maintenance of Plasma Volume and Serum Sodium Concentration Despite Body Weight Loss in Ironman Triathletes. **Clinical Journal Sports Medicine**, v.17, n.2, p. 116-122, 2007.

- INTERNATIONAL OLYMPIC COMMITTEE (2004). IOC consensus statement on sports nutrition 2003. **Journal of Sports Sciences**, 22, x.
- KAVOURAS, S.A. Assessing hydration status. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, v.5, p. 519-524, 2002.
- KAY, D.; MARINO, F. Failure of fluid ingestion to improve self-paced exercise performance in moderate-to-warm humid environments. *Journal of Thermal Biology*, 28: p.29-34, 2003.
- KNECHTLE, M.D.; KNECHTLE, P.; ROSEMANN, T.; SENN, O. No Dehydration in Mountain Bike Ultra-Marathoners. **Clinical Journal Sports Medicine**, v.19, n.5, p. 415-420, 2009.
- LEJEMTEL, T.H.; SERRANO, C. Vasopressin dysregulation: Hyponatremia, fluid retention ad congestive heart failure. **International Journal of Cardiology**, v.120, p. 1-9, 2007.
- LIPPI, G.; SCHENA, F.; SALVAGNO, G.L.; TARPERI, C.; MONTAGNANA, M.; GELATI, M.; BANFI, GUIDI, G.C. Acute Variation of Estimated Glomerular Filtration Rate Following a Half-Marathon Run Authors. **International Journal Sports Medicine**, v.29, p. 948-951, 2008a.
- LIPPI, G.; SCHENA, F.; MONTAGNANA, M.; SALVAGNO, G.L.; GUIDI, G.C. Influence of acute physical exercise on emerging muscular biomarkers. **Clinical Chemistry and Laboratory Medicine**, v.46, n.9, p. 1313-1318, 2008b.
- MACHADO-MOREIRA, C.A.; VIMIEIRO-GOMES, A.C.; SILAMI-GARCIA, E.; RODRIGUES, L.O.C. Hidratação durante o exercício: a sede é suficiente? **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.12, n.6, p. 405-409, 2006.
- MARINO, F. Anticipatory regulation and avoidance of catastrophe during exercise-induced hyperthermia. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.139, p. 561-569, 2004.
- MANZ, F.; WENTZL, A. 24-h Hydration Status: Parameters, Epidemiology and Recommendations. **European Journal of Clinical Nutrition** 57, v.2, p. 10-18, 2003.
- MAUGHAN, R.J. Impact of mild dehydration on wellness and on exercise performance. **European Journal of Clinical Nutrition** 57, v.2, p.19-23, 2003.
- McCONNELL, G.K.; STEPHENS, T.J.; CANNY, B.J. Fluid Ingestion does not influence intense 1h exercise performance in a mild environment. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.31, n.3, p. 386-392, 1999.
- McKINLEY M.J.; CAIRNS, M.J.; DENTON, D.A.; EGAN, G.; MATHAI, M.L.; USCHAKOV, A.; WADE, J.D.; WEISINGER, R.S.; OLDFIELD, B.J. Physiological and pathophysiological influences on thirst. **Physiology and Behavior**, v.81, 795-803, 2004.
- MYHRE, L.G; HARTUNG, G.H.; NUNNELEY, S.A.; TUCKER, D.M. Plasma Volume Changes in Middle-Aged Male and Female Subjects During Marathon Running. **Journal of Applied Physiology**, v.59, n.2, p. 559-563, 1985.
- MONTAIN, S.J.; COYLE, E.F. Fluid ingestion during exercise increases skin blood flow independent of increases in blood volume. **Journal of Applied Physiology**, v.73, n.3, p. 903-910, 1992.
- NATA – NATIONAL ATHLETIC TRAINERS’ ASSOCIATION. Position Statement: Fluid Replacement for Athletes. **J. Athl. Train.**, v.35, n.2, p.212-224, 2000.
- NOAKES, T.D. Fluid replacement during exercise. **Exercise Sports Science Review**, v.21, p. 297-330, 1993.
- NOAKES, T.D. Fluid Replacement during Marathon Running. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v.13, n.5, p. 309-318, 2003.
- NOAKES, T.D. Drinking guidelines for exercise: What evidence is there that athletes should drink “as much as tolerable”, “to replace the weight lost during exercise” or “ad libitum”? **Journal of Sports Sciences**, v.25, n.7, p. 781-796, 2007a.
- NOAKES, T.D. Hydration in the marathon: Using thirst to gauge safe fluid replacement. **Sports Medicine**, v.37, n.4-5, p.463-466, 2007b.
- O’BRIEN, K.K.; MONTAIN, S.J.; CORR, W.P.; SAWKA, M.N.; KNAPIK, J.J.; CRAIG, S.C. Hyponatremia associated with overhydration in U.S.Army trainees. **Military Medicine**, v.166, n.5, p. 405-410, 2001.
- OPPLIGER, R.A.; MAGNES, S.A.; POPOWSKI, L.A.; GISOLFI, C.V. Accuracy of Urine Specific Gravity and Osmolality as Indicators of Hydration Status. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v.15, p. 236-251, 2005.

- OPPLIGER, R.A.; C. BARTOK. Hydration testing for athletes. **Sports Medicine**. 32: 959-971., 2002.
- OSTERBERG, K.L.; HORSWILL, C.A.; BAKER, L.B. Pregame Urine Specific Gravity and Fluid Intake by National Basketball Association Players During Competition. **Journal of Athletic Training**, v.44, n.1, p. 53–57, 2009.
- POPOWSKI, L.A.; OPPLIGER, R.A.; LAMBERT, G.P.; JOHNSON, R.F.; JOHNSON, A.K.; GISOLFI, C.V. Blood and urinary measures of hydration status during progressive acute dehydration. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 33, n.5, p. 747-753, 2001.
- SALTMARSH, M. Thirst: why do people drink? **Nutrition Bulletin**, v.26, p. 53-58, 2001.
- SAWKA, M.N.; BURKE, L.M.; EICHNER, E.R.; MAUGHAN, R.J; MOUNTAIN, S.J.; STACHENFELD, N.S. Exercise and Fluid replacement: Position Stand American college of sport medicine. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.39, n.2, p. 377-390, 2007.
- SHIRREFFS, S.M.; MAUGHAN, R.J. Urine osmolality and conductivity as markers of hydration status. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.30, p. 1598-1602, 1998.
- SHIRREFFS, S.M. Markers of hydration status. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.57, n.2, p.6-9, 2003.
- SPEEDY, D.B. NOAKES, D.; KIMEBR, N.E.; ROGERS, I.R.; THOMPSON J.M.D.; BOSWELL, D.R.; ROSS, J.J.; CAMPBELL, R.G.D.;GALLAGHER, P.G.; KUTTNER, J.A. Fluid Balance During and After an Ironman Triathlon. **Clinical Journal of Sport Medicine**, V.11, p. 44-50, 2001.
- STEIN, H.J.; ELIOT, J.W.; BADER, R.A. Physiological Reactions to Cold and Their Effects on the Retention of acclimatization to Heat. **Journal of Applied Physiology**, v.1, p. 575-585, 1949.
- SU, S.B.; LIN, K.H.; CHANG, H.Y.; LEE, C.W.; LU, E.W.; GUO, H.R. Uring Urine specific gravity to evaluate the hidration status of workers working in a ultra-low humidity environment. **Journal of Occupational Health**. v.48, p. 284-289, 2006.

