

**AVALIAÇÃO DO ESTADO DE HIDRATAÇÃO DOS ATLETAS,
ESTRESSE TÉRMICO DO AMBIENTE E CUSTO CALÓRICO DO EXERCÍCIO DURANTE
SESSÕES DE TREINAMENTO EM VOLEIBOL DE ALTO NÍVEL**

Ana Carolina VIMIEIRO-GOMES*
Luiz Oswaldo Carneiro RODRIGUES*

RESUMO

A sudorese (T_S) é o principal mecanismo dissipador de calor durante o exercício em ambientes quentes. Recomenda-se a ingestão de água (H_2O) suficiente para repor a perda hídrica pela sudorese e evitar os efeitos adversos da desidratação no rendimento esportivo. No entanto, as recomendações não quantificam o custo calórico (CAL) e os fatores ambientais (IBUTG) em situações esportivas reais. Este estudo mediu a capacidade aeróbica ($\dot{V}O_{2\text{ pico}}$), a H_2O , o CAL, a frequência cardíaca (FC), a T_S , o fluxo urinário (V_u), a coloração (U_{cor}) e a gravidade específica da urina (D_u) e o IBUTG durante sessões de treinamento (S_{treino}) de uma equipe juvenil (média de 18 anos) masculina de voleibol. O CAL de uma $S_{\text{treino}} = 650 \pm 99 \text{ kcal.h}^{-1}$ (55% do $\dot{V}O_{2\text{ pico}}$), a FC média = $133 \pm 9 \text{ bat.min}^{-1}$. A T_S média = $15 \pm 4 \text{ ml.min}^{-1}$ (1,5 litros, total), com uma ingestão de água = $8,9 \pm 3,7 \text{ ml.min}^{-1}$ (0,9 litros total). O $V_u = 0,8 \pm 0,4 \text{ ml.min}^{-1}$ (0,08 litros total), e a $U_{\text{cor}} = "2"$ no início e "3" no final. A D_u inicial = 1024 ± 4 e a final = 1026 ± 6 . O IBUTG variou entre termoneutro e moderadamente quente (20,1 a 24,6 °C). Concluiu-se que, as S_{treino} foram de intensidade moderada e o ambiente classificado como risco moderado para hipertermia. Os atletas terminaram as sessões com -0,9% da massa corporal e eu-hidratados de acordo com a gravidade específica e coloração da urina.

UNITERMOS: Custo calórico; Sudorese; Hidratação; Voleibol; Estresse térmico.

INTRODUÇÃO

O voleibol é um esporte coletivo que, aparentemente, exige esforços próximos ao nível máximo de intensidade, alternados com esforços de baixa intensidade e momentos de repouso. O calor produzido nas atividades esportivas eleva a temperatura corporal o que aumenta a demanda dos mecanismos termorregulatórios para a transferência de calor do organismo para o ambiente, especialmente quando realizadas em ambientes quentes e úmidos. Em atividades de grande intensidade, a produção metabólica de calor pode ser 15 a 20 vezes maior que a taxa metabólica basal, o que levaria a um aumento de 1 °C a cada cinco minutos, caso os

mecanismos termorregulatórios não fossem ativados (Pandolf, Sawka & Gonzalez, 1986)

No entanto, até o presente, não foram estabelecidos o custo calórico médio ou a produção de calor de jogos ou sessões de treinamento em voleibol. Em outros esportes e atividades de média e alta intensidade, especialmente quando associadas a temperaturas ambientes estressantes, podem ocasionar perdas hídricas pela sudorese que, se não repostas adequadamente, podem levar a desidratação (Armstrong, 2000). Em 1944, o estudo pioneiro de Pitts, Johnson e Consolazio já demonstrava que a desidratação resulta em dificuldade na regulação da temperatura corporal, o

* Escola de Educação Física da Universidade Federal de Minas Gerais.

que pode causar redução no desempenho.

Além disso, a capacidade termorregulatória insuficiente diante de um exercício realizado num ambiente quente e úmido representa um risco para a hipertermia, que causa uma série de distúrbios relacionados com o calor, constituindo-se uma situação potencialmente fatal (Silami-Garcia & Rodrigues, 1998). A capacidade do organismo em perder calor para o ambiente depende da secreção e evaporação do suor. À medida que a temperatura corporal aumenta, a sudorese também aumenta para evitar o acúmulo excessivo de calor no organismo (Armstrong, 2000).

Para evitar os possíveis efeitos adversos da desidratação sobre o desempenho esportivo, a ingestão de água em quantidades suficientes para repor a perda hídrica pela sudorese tem sido recomendada em consensos internacionais, (ACSM, 1996; Casa, Armstrong, Hilman, Montain, Reiff, Rich, Roberts & Stone, 2000). A taxa de sudorese (T_s) depende de fatores como: o custo calórico, a duração e o tipo de atividade, assim como das condições térmicas ambientais. Quanto mais intensa a atividade, em termos de energia consumida na unidade de tempo (kcal.h^{-1}), e quanto mais quente o ambiente, maior será a sudorese produzida para a dissipação de calor. Além disso, a T_s pode ser influenciada por fatores fisiológicos individuais como: idade, sexo, hidratação, capacidade aeróbica, aclimatação e também pela presença de algumas doenças (Kenney, 1997).

No entanto, as recomendações do ACSM e NATA ainda não fornecem uma maneira de quantificar a taxa de sudorese que leve em consideração a produção de calor durante o exercício e as condições ambientais encontradas durante a prática esportiva. Na literatura não existem estudos que tenham quantificado seja a taxa de sudorese, a produção de calor, o estresse térmico ambiental ou mesmo o estado de hidratação durante sessões de treinamento de voleibol.

Uma vez que a produção e acumulação de calor dependem diretamente do custo calórico da atividade, a medida da energia consumida no esforço é fundamental para a avaliação do estresse térmico durante o treinamento. A quantificação do consumo de energia de uma determinada atividade habitualmente é realizada medindo-se o consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$). O $\dot{V}O_2$ pode ser convertido

em kcal.h^{-1} ou em múltiplos do metabolismo basal (MET) ou outras expressões de potência (Watt). Na prática, a medida do $\dot{V}O_2$ requer o uso de equipamentos relativamente sofisticados, fazendo com que o custo calórico das atividades esportivas seja estimado a partir de tabelas ou de indicadores fisiológicos, como a frequência cardíaca, relacionados com a intensidade relativa do esforço, $\% \dot{V}O_{2 \text{ pico}}$ (McArdle, Katch & Katch, 1998).

A frequência cardíaca tem uma forte correlação positiva com o $\dot{V}O_2$ e com o gasto energético em exercícios dinâmicos e durante várias atividades do dia a dia (Strath, Swartz, Basset Junior, O'Brien, King & Ainsworth, 2000). Em função disso, a frequência cardíaca tem sido largamente utilizada como parâmetro para a prescrição da sobrecarga de treinamento em atletas (Lucía, Hoyos, Pérez & Chicharro, 2000).

A avaliação do estresse térmico ambiental não deve considerar apenas as informações da temperatura ambiental pois as medidas da umidade relativa do ar, velocidade do vento e a radiação solar também são determinantes para avaliar o estresse térmico, indicando a necessidade de um índice que expresse o estresse térmico combinando todos esses fatores (DeVries & Housh, 1994). Internacionalmente, tem sido utilizado um índice que combina as temperaturas obtidas com o termômetro de bulbo seco (T_s), bulbo úmido (T_u) e bulbo negro (T_g), o IBUTG (Índice de Bulbo Úmido – Temperatura de Globo) (Roberts, Shuman & Smith, 1987).

O IBUTG define os limites de tolerância humana para o estresse térmico ambiental (McCann & Adams, 1997; Silami-Garcia & Rodrigues, 1998), pois leva em consideração vários fatores ambientais como a temperatura de bulbo seco, a temperatura de bulbo úmido e a radiação do ambiente pelo termômetro de globo. O IBUTG pode orientar a prevenção das complicações ocasionadas pelo estresse térmico (Powers & Howley, 2000)

A principal medida que deve ser adotada para se evitar o risco de hipertermia é a adequação dos limites de duração em função da intensidade absoluta (kcal.h^{-1}) da atividade física e esportiva realizada em relação à temperatura do ambiente. Esta relação permite evitar que as atividades intensas sejam realizadas de forma prolongada em ambientes quentes e úmidos, além de facilitar a programação dos períodos de descansos durante as sessões de treinamento (ACSM, 1995; Powers & Howley, 2000). Além da

observação dos limites de intensidade e duração em função do estresse ambiental, deve-se destacar também, a ingestão de água em quantidades suficientes para repor as perdas hídricas pelo suor, pois a desidratação seria um dos fatores de risco mais comuns na origem da hipertermia (Sawka, 1992).

A gravidade específica da urina ou densidade urinária (D_u), tem sido considerada como um interessante método não-invasivo para a avaliação do estado de hidratação dos atletas (Armstrong, Soto, Hacker, Casa, Kavouras & Maresh, 1998). A D_u , mede a massa relativa dos solutos e solventes em uma amostra de urina em relação à água pura. Qualquer fluido que seja mais denso do que a água, tem uma gravidade específica maior que 1000. Na desidratação e na hipoidratação, os valores da gravidade específica da urina podem ultrapassar 1030. Quando os indivíduos estão eu-hidratados ela pode variar entre 1013 a 1029 e na hiper-hidratação pode variar entre 1001 a 1012. A D_u , pode ser medida por um aparelho portátil, simples e preciso, o refratômetro, cuja escala varia de 1000 a 1040 (Armstrong, 2000).

Outro método prático para a estimativa da hidratação corporal é a análise da coloração da urina (U_{cor}) nos momentos seguintes ao exercício, utilizando-se a escala proposta por Armstrong, Maresh, Castellani, Bergeron, Kenefick, LaGasse e Riebe (1994). A escala apresenta uma boa correlação com a densidade e osmolalidade urinárias e com a osmolalidade plasmática (Armstrong et alii, 1998).

Um dos primeiros estudos a respeito das modificações do balanço hídrico em ambientes quentes foi realizado em 1938, o que demonstra, desde então, a preocupação em se observar o comportamento fisiológico do organismo em atividades realizadas em ambiente quente. Adolph e Dill (1938), analisaram as perdas hídricas pela urina e pela sudorese, a ingestão de líquidos e a concentração da urina (gravidade específica), no exercício no deserto (ambiente quente e seco), encontrando um aumento da sudorese, com conseqüente aumento na ingestão de líquidos, uma estabilização ou diminuição na excreção de urina e um aumento na concentração da urina

A recomendação de que a ingestão de água deve ocorrer em quantidades suficientes para repor a perda hídrica pela sudorese (ACSM, 1996) encontra uma dificuldade na estimativa da ingestão de líquidos durante as atividades, sem levar em consideração os fatores ambientais, os tipos da

atividade e do esporte e as características fisiológicas individuais.

As regras oficiais do voleibol proíbem a ingestão de líquidos dentro da quadra e durante o jogo, sendo permitida somente do lado de fora da quadra, durante os intervalos entre os "sets", nos pedidos de tempo do treinador e nas substituições (Burke & Hawley, 1997). Em função disso, torna-se importante uma avaliação da taxa de sudorese média dos atletas em função da intensidade da atividade e do estresse térmico ambiental, durante situações de jogo e treinamento para a reposição hídrica ser estimada aproximadamente ao que foi perdido pela sudorese, como tem sido recomendado.

Diante disso, através de uma nova abordagem, este estudo procurou calcular simultaneamente o custo calórico, o estresse térmico ambiental e o estado de hidratação em situações reais de prática esportiva, durante sessões de treinamento de um grupo de jogadores de voleibol da categoria juvenil, de uma equipe de alto nível nacional.

MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de ética da UFMG (março de 2000). Todos os atletas foram informados previamente das medidas que seriam realizadas e submeteram-se voluntariamente ao estudo depois de devidamente esclarecidos sobre os procedimentos. A amostra foi constituída de 12 atletas de voleibol, do sexo masculino, integrantes de uma equipe de alto nível da categoria juvenil. Eles foram avaliados inicialmente para a determinação do $\dot{V}O_{2\text{ pico}}$ e da frequência cardíaca máxima, além das medidas da massa, estatura e estimativa do percentual de gordura.

Para a avaliação do $\dot{V}O_{2\text{ pico}}$ utilizou-se um teste de campo de acordo com o protocolo de Margaria (1976). Os atletas correram uma distância de 1600 metros, num percurso dividido em quatro voltas de 400 metros. Eles foram orientados a percorrer esta distância no menor tempo possível e o tempo alcançado foi utilizado para a estimativa do $\dot{V}O_{2\text{ pico}}$, considerando a seguinte equação: $m = 5(\dot{V}O_2 - 6)t + 5\dot{V}O_2$ onde m corresponde à distância em metros, t ao tempo em minutos em que os atletas percorreram a distância determinada e $\dot{V}O_2$ à

capacidade aeróbica alcançada no teste. A frequência cardíaca máxima foi medida utilizando-se um cardiofrequencímetro da marca (POLAR FITWATCH®). Considerou-se como frequência cardíaca máxima a frequência cardíaca registrada no momento em que o atleta completou a distância de 1600 metros no Teste de Margaria.

No dia em que o teste foi realizado, a temperatura ambiente média foi de 24 °C e a URA de 35%.

Os atletas foram divididos aleatoriamente em quatro grupos de três indivíduos. Cada grupo foi acompanhado em uma sessão de treinamento onde foram controlados: a) o volume de água ingerida, a massa corporal antes e após o treinamento e o volume urinário para a determinação da taxa de sudorese; b) a frequência cardíaca ao longo do treinamento para a estimativa do custo calórico e; c) o estresse térmico ambiental.

A média da taxa de sudorese foi calculada considerando-se a massa corporal dos atletas antes ($kg_{inicial}$) e ao final do treinamento (kg_{final}), o volume urinário final (V_u) e a quantidade de água ingerida ao longo do treinamento (H_2O), de acordo com a seguinte equação: $T_s = (kg_{inicial} + H_2O) - (kg_{final} + V_u) / t$ ($ml \cdot min^{-1}$).

Duas horas antes da sessão de treinamento, recomendou-se aos atletas a ingestão de 500 mL de água, para que estes iniciassem as sessões eu-hidratados (ACSM, 1996). Durante o treinamento a hidratação foi *ad libitum*. O volume de água (H_2O) foi medido pelo número de copos, com capacidade de 148 ml ou 250 ml, que cada indivíduo ingeriu.

Antes e após o treinamento os indivíduos foram orientados a esvaziarem a bexiga. Após esse procedimento, os atletas eram pesados vestindo somente calção, utilizando-se uma balança (TOLEDO®) com precisão de 0,05 kg para a determinação da massa corporal.

O percentual de desidratação (%H) foi calculado a partir da diferença entre a massa corporal no início e final do treinamento, após a micção.

O volume urinário final (V_u) foi medido por uma proveta com volume de 250 ml e precisão de 10 ml. Após a medida do volume uma

amostra de urina foi coletada em um tubo de ensaio para a medida da gravidade específica da urina.

A frequência cardíaca foi medida continuamente, utilizando-se um cardiofrequencímetro (POLAR ACCUREX PLUS®), e armazenada no próprio aparelho. Para o cálculo da frequência cardíaca média (FC), foi utilizado o “software” Polar Training Advisor®. A FC dos treinamentos foi utilizada para avaliar o % do $\dot{V}O_{2\text{ pico}}$ no qual os atletas estavam treinando. A partir deste % do $\dot{V}O_{2\text{ pico}}$ foi estimado o custo calórico médio (CAL: $kcal \cdot min^{-1}$) das sessões de treinamento.

A D_u foi medida por um refratômetro da marca (URIDENS®), com as amostras das urinas coletadas antes e após o treinamento.

A avaliação da U_{cor} foi feita utilizando-se a escala de um a oito pontos, proposta por Armstrong et alii (1994) e publicada a cores (Armstrong, 2000).

O estresse térmico ambiental no ginásio foi verificado pelo Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo (IBUTG) por meio de um monitor de estresse térmico (HEAT STRESS MONITOR – RSS – 214 DL). O IBUTG foi calculado a partir da fórmula para ambientes internos, considerando-se as temperaturas de bulbo úmido (T_u) e seco (T_s) na Equação: $IBUTG$ (°C) = $0,7 T_u + 0,3 T_s$ (ambientes internos) (Roberts, Shuman & Smith, 1987).

Realizou-se uma análise estatística descritiva dos fenômenos observados e, quando pertinente, utilizou-se correlação de PEARSON com significância de $p < 0,05$, para a correlação entre a taxa de sudorese e o estresse térmico ambiental e a taxa de sudorese e o custo calórico das sessões de treinamento (Sampaio, 1998).

RESULTADOS

Os valores médios e o desvio padrão referentes às medidas antropométricas e ao consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2\text{ pico}}$) dos atletas são apresentados na TABELA 1.

TABELA 1 Características dos voluntários.

| Idade (anos) | Massa Corporal (kg) | Estatura (cm) | FC _{max} (bat.min ⁻¹) | $\dot{V}O_2$ pico (ml/kg/min) |
|--------------|---------------------|---------------|--|-------------------------------|
| 18 ± 0,7 | 80,0 ± 5,9 | 194,5 ± 6,0 | 194 ± 8 | 48,9 ± 3,3 |

Valores médios ± desvio padrão das características físicas e fisiológicas dos voluntários. FC_{max} = frequência cardíaca máxima atingida no teste de Margaria e $\dot{V}O_2$ pico = capacidade aeróbica estimada a partir do teste de Margaria.

A média da massa corporal, inicial e final, da perda de massa corporal total e do percentual de desidratação (%H) são apresentadas

na TABELA 2. A perda de massa total variou entre 0,1 kg a 2,3 kg, e o %H entre 0,13 a 2,78%.

TABELA 2 – Estado de hidratação após as sessões de treinamento.

| Perda de massa (kg) | % H |
|---------------------|------------|
| 0,7 ± 0,4 | -0,9 ± 0,6 |

Valores médios ± desvio padrão da perda de massa corporal e percentual de variação da massa corporal.

A T_S média encontrada no grupo foi de 15,1 ± 4,6 ml.min⁻¹ correspondendo ao total de 1,5 ± 0,4 litros e a média da ingestão de água foi de 8,9 ± 3,7 ml.min⁻¹, correspondendo ao total de 0,9

± 0,3 litros (FIGURA 1). Verifica-se que a média da ingestão de água (H₂O) e da sudorese durante o treinamento resultou em hipoidratação em relação à perda de líquido pela sudorese.

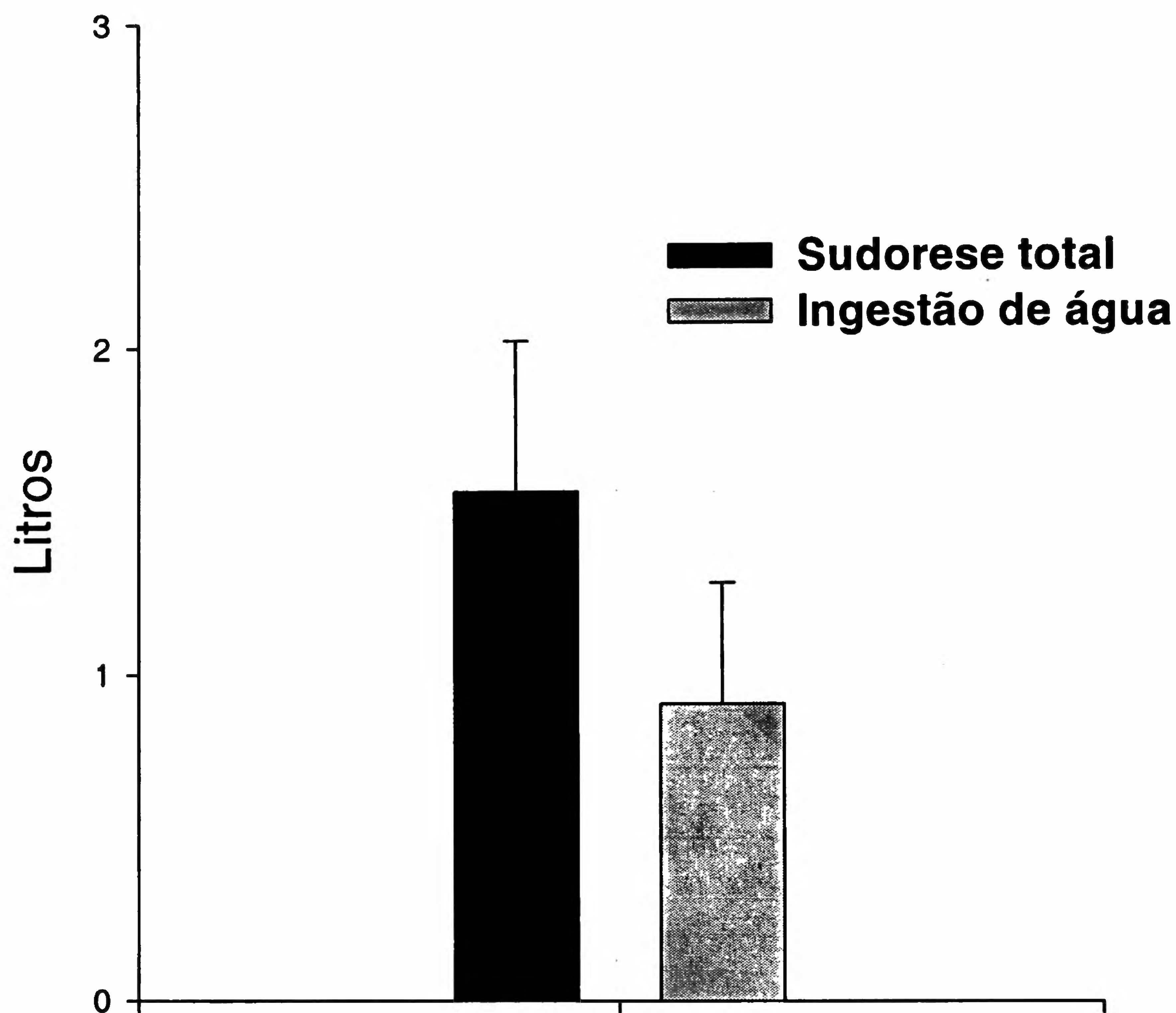


FIGURA 1 - Valores médios \pm desvio padrão da sudorese total e da ingestão total de água *ad libitum* durante as sessões de treinamento (103 ± 7 minutos) em voleibol de uma equipe juvenil de alto nível nacional.

O custo calórico médio da sessão de treinamento correspondeu a $650,8 \pm 99,1 \text{ kcal.h}^{-1}$. Este valor foi equivalente a 55% do $\dot{V}O_2$ pico.

A FC média desencadeada pelo treinamento foi de $133 \pm 9 \text{ bat.min}^{-1}$ o que correspondeu a 69% da FCmax. Ocorreram picos

de 190 bat.min^{-1} , correspondendo aos momentos mais intensos do treino. As FC mais baixas foram de 70 bat.min^{-1} , correspondendo aos momentos iniciais do treinamento (FIGURA 2).

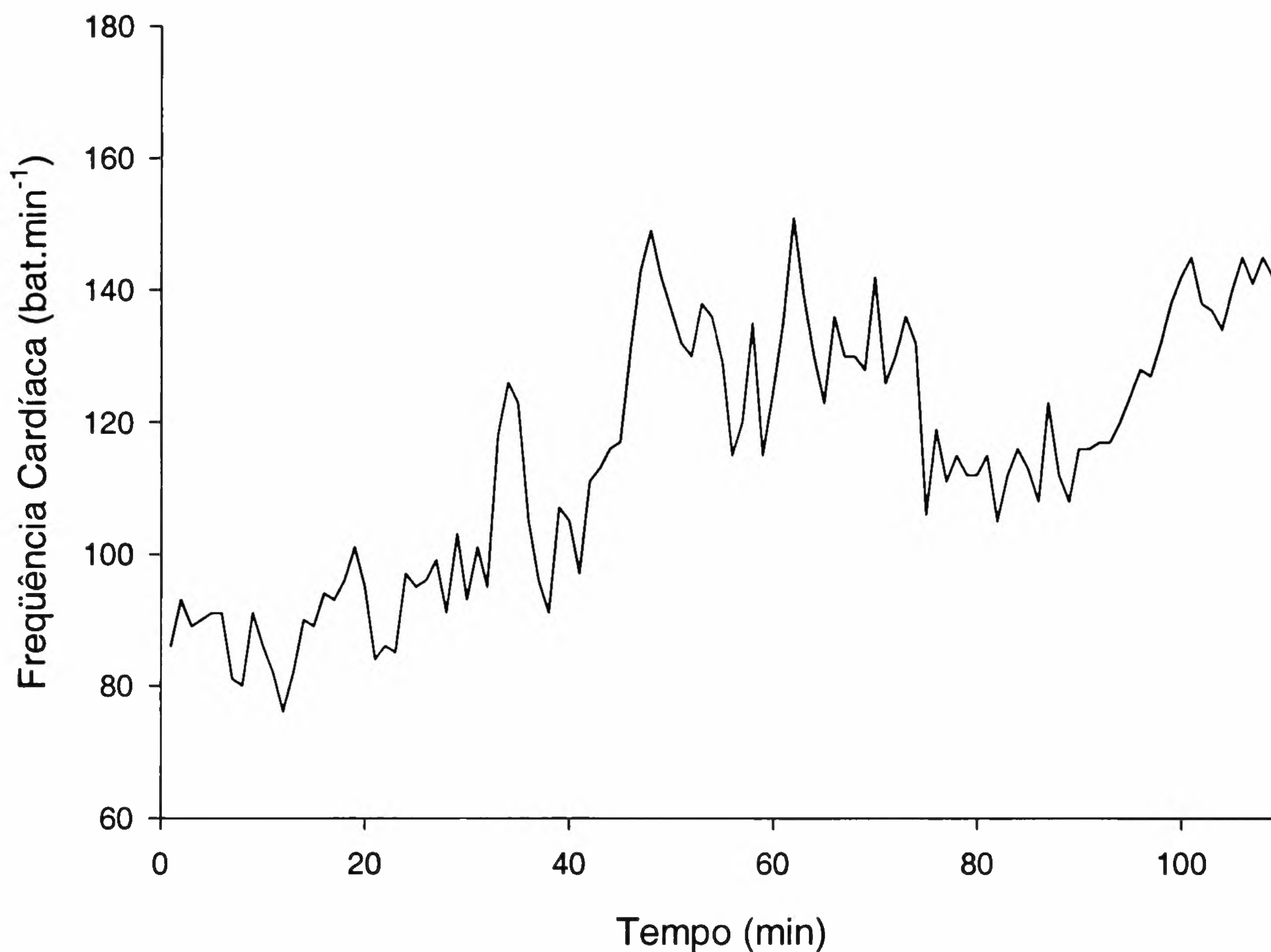


FIGURA 2 - Ilustração do comportamento da frequência cardíaca de um voluntário ao longo de uma das sessões de treinamento.

A TABELA 3 mostra os dados do volume urinário, coloração e gravidade específica da urina. Além disso, a classificação média da coloração da urina correspondeu a um estado “eu-

hidratado” tanto no início quanto no final do treinamento. A D_u média aumentou do início para o final da sessão de treinamento.

TABELA 3 – Índices urinários.

| | V_u (ml.min ⁻¹) | D_u | U_{cor} |
|-----|-------------------------------|--------------|-------------|
| Pré | $0,9 \pm 0,4$ | 1024 ± 4 | $2 \pm 0,7$ |
| Pós | $0,8 \pm 0,4$ | 1026 ± 6 | 3 ± 1 |

Valores médios \pm desvio padrão dos índices urinários: V_u = volume urinário final, D_u = gravidade específica da urina e U_{cor} = coloração da urina pré e pós sessão de treinamento.

A média da temperatura ambiente, de acordo com o IBUTG, foi de $22,5 \pm 1,5$ °C, variando entre 20,1 a 24,6 °C, o que corresponde a ambiente moderadamente quente.

Observou-se no presente estudo, uma correlação positiva entre a taxa de sudorese e IBUTG ($r = 0,50$; $p < 0,05$) e entre a taxa de sudorese e o custo calórico ($r = 0,46$; $p < 0,05$) das sessões de treinamento.

DISCUSSÃO

Os dados apresentados neste estudo, foram coletados durante o período reservado para o campeonato regional no macrociclo de treinamento da equipe.

Os resultados mostraram que o custo calórico médio das sessões de treinamento correspondeu a 650 kcal.h^{-1} o que seria equivalente a cerca de 7,5 MET, coerente com o valor da classificação para o voleibol, do compêndio das atividades físicas (8 MET) e semelhante a outros esportes predominantemente aeróbios (Ainsworth, Haskell, Leon, Jacobs Junior, Montoye, Sallis & Paffenbarger Junior, 2000).

O custo calórico também correspondeu a 55% do $\dot{V}O_{2 \text{ pico}}$, o que significa uma atividade submáxima de média intensidade, o que a torna suportável pelo período de cerca de uma a duas horas (Rodrigues & Silami-Garcia, 1998). Esta duração é suficientemente longa para ser recomendada a reposição hídrica (ACSM, 1996).

A TS média do grupo foi de $15,1 \text{ ml.min}^{-1}$ (total de 1,5 l), um pouco maior do que a TS de 10 ml.min^{-1} observada por Armstrong, Maresh, Gabaree, Hoffman, Kavouras, Kenefick, Castellani e Ahlquist (1997), num exercício realizado a 36% $\dot{V}O_{2 \text{ pico}}$, enquanto, no presente estudo, o treinamento foi realizado em 55% do $\dot{V}O_{2 \text{ pico}}$. A diferença na sudorese entre os dois estudos se deve, provavelmente, à maior intensidade no presente estudo: 650 kcal.h^{-1} versus aproximadamente 400 kcal.h^{-1} apesar do ambiente do treinamento ter sido de $22,5 \text{ }^\circ\text{C}$ IBUTG, enquanto que o ambiente estudado por Armstrong et alii (1997) foi muito mais quente ($28 \text{ }^\circ\text{C}$ IBUTG). Neste sentido, o menor estresse ambiental não compensou o maior custo calórico da atividade no presente estudo.

A ingestão de água *ad libitum* foi de $8,9 \text{ ml.min}^{-1}$ (total de 0,9 litros) o que significou a reposição de 60% das perdas hídricas causadas pela sudorese, diurese e vaporização do ar ventilado nos pulmões. Desta forma, os indivíduos terminaram as sessões de treinamento com um percentual de desidratação médio de 0,9%. Esta variação em percentual da massa corporal indica que os jogadores terminaram as sessões de treinamento abaixo dos limites de desidratação considerados como prejudiciais para o desempenho (Casa et alii, 2000).

A sudorese total, a ingestão *ad*

libitum de líquidos e o percentual de variação da massa corporal, encontrados neste estudo, foram semelhantes aos valores encontrados em estudos durante sessões de treinamento em jogadores de futebol juvenis e de elite (média de 1,5 l de sudorese, 0,6 l de ingestão de líquidos e 1,2% de variação de massa corporal) (Burke & Hawley, 1997). A sudorese total e a ingestão de líquidos foram menores do que em jogadores de basquetebol juvenis e de elite, média de 2,3 l de sudorese e 1,3 l de ingestão de líquidos, enquanto o percentual de variação da massa corporal foi semelhante (1%) (Burke & Hawley, 1997). No entanto, naquele estudo, não se mediu a intensidade do treinamento mas o IBUTG estimado a partir dos dados parece ter sido inferior ao IBUTG medido no presente estudo. Nota-se, portanto, que a ingestão de líquidos *ad libitum*, em ambos os estudos, permitiu que os atletas tivessem um percentual de variação da massa corporal semelhante.

As médias do fluxo urinário antes e durante as sessões de treinamento foram semelhantes ($0,8$ e $0,9 \text{ ml.min}^{-1}$, respectivamente). Estes valores representam aproximadamente 60% do fluxo urinário previsto para o repouso, que é em média $1,2 \text{ ml.min}^{-1}$. Este achado se insere na questão, ainda polêmica, se o fluxo urinário pode ou não ser alterado pelo exercício (Zambraski, 1996).

A coloração da urina, de acordo com a escala, foi classificada em termos médios com a nota "2" no início e "3" no final do treinamento. Segundo Armstrong (2000), esta coloração corresponderia a um estado de hidratação normal. Considerando que os indivíduos provavelmente ingeriram 0,5 l de água duas horas antes da atividade e mais 0,9 l durante a sessão, apesar da variação negativa de 0,9% na massa corporal, a mudança na coloração da urina parece ter representado de forma satisfatória o estado de hidratação dos atletas.

Além disso, a coloração da urina, no início e no final da sessão de treinamento, está de acordo com a D_u média inicial de 1024 e a final de 1026, respectivamente. Estes resultados da gravidade específica da urina também são encontrados em indivíduos eu-hidratados. A variação observada parece coerente com o período de treinamento, com a ingestão de água e com a perda hídrica realizada.

O ambiente dos treinamentos variou entre termoneutro e moderadamente quente ($20,1$ a $24,6 \text{ }^\circ\text{C}$ IBUTG, respectivamente), numa média de

22,5 °C IBUTG, o que representaria “risco moderado para hipertermia” (ACSM, 1995). Considerando o custo calórico das sessões de treinamento combinado com as condições térmicas do ambiente onde foram realizadas, a atividade física envolvida no treinamento pode oferecer risco para hipertermia, de acordo com os critérios internacionais. Diante disso, o treinamento deveria ser realizado em períodos de 45 min/h, ou seja, com 15 min de descanso a cada hora de treinamento (Powers & Howley, 2000).

Como era esperado, observou-se uma correlação positiva entre a taxa de sudorese e o IBUTG e entre a taxa de sudorese e o custo calórico das sessões de treinamento. Quanto maior o custo calórico e a temperatura IBUTG, maior a taxa de sudorese.

Pelo fato de ser um estudo de campo, onde procurou-se evitar ao máximo qualquer interferência nos hábitos dos atletas, não se recomendou a abstinência da prática de atividade física previamente aos experimentos. Antes das sessões de treinamento, os atletas praticaram exercícios de musculação, o que pode ter acarretado uma perda hídrica em alguns atletas, fazendo com que iniciassem o treinamento com algum grau de desidratação, mesmo que estes tivessem bebido, duas horas antes, os 500 ml recomendados.

Outra limitação encontrada neste estudo foi o controle da ingestão prévia de líquidos: controlou-se, subjetivamente, que os

atletas tivessem ingerido a água recomendada duas horas antes. Eles ainda poderiam ter ingerido outros líquidos com diferentes composições eletrolíticas antes da primeira micção ou praticado atividades que resultassem em perdas hídricas maiores do que a reposição. Além disso, não foi controlado objetivamente o uso prévio de medicamentos, suplementos alimentares, bebidas eletrolíticas ou drogas, que poderiam influenciar as respostas fisiológicas dos atletas. Talvez estes fatores expliquem os valores relativamente altos da D_u inicial, apesar de ainda caracterizarem um estado de hidratação normal, de acordo com Armstrong (2000).

CONCLUSÕES

As sessões de treinamento de voleibol em atletas de elite da categoria juvenil foram de média intensidade.

As sessões de treinamento foram conduzidas em um ambiente classificado como risco moderado para hipertermia.

A ingestão de água *ad libitum* permitiu aos atletas concluir as sessões de treinamento com uma variação negativa de 0,9% na massa corporal.

A gravidade específica e a coloração da urina no final das sessões de treinamento indicaram um estado normal de hidratação.

ABSTRACT

EVALUATION OF HYDRATION STATUS, THERMAL STRESS AND ENERGY COST DURING VOLLEYBALL TRAINING SESSIONS

Sweating is the main mechanism to dissipate the heat during exercise in hot environments. Fluid replacement has been recommended to prevent the dehydration, reduction on physical performance, and hyperthermia. However, the recommendations do not quantify the metabolic cost of the activity and the thermal environmental stress in a real sport situation. This study measured the fitness level ($\dot{V}O_{2\text{ peak}}$), heart rate (H_R), energy cost (CAL), sweat rate (S_R), urine volume (V_u), specific gravity (G_u), and color (U_C), and the thermal environmental conditions (WBGT) during training sessions (S_{train}) in a youth volleyball team. The S_{train} were equivalent to a mean CAL = 650.8 ± 99.1 kcal.h⁻¹ (55% $\dot{V}O_{2\text{ peak}}$), with a mean H_R = 133 ± 9 beat.min⁻¹. During S_{train} , the mean S_R = 15.1 ± 4.6 ml.min⁻¹ (1,56 l, total), with a water ingestion *ad libitum* = 8.9 ± 3.7 ml.min⁻¹ (0,9 l, total). The mean V_u = 0.8 ± 0.4 ml.min⁻¹ (0.08 l total), the U_C was classified as “2” (initial) e “3” (final). The mean G_u = 1024 ± 4 (initial) and 1026 ± 6 (final). The WBGT averaged from thermoneutral to warm (20.1 a 24.6 °C WBGT). In conclusion, the S_{train} were of moderate intensity and conducted in an environment classified as moderate risk for hyperthermia. The athletes finished the sessions

within the range of 0.9% of the body mass and euhydrated in agreement with the urine specific gravity and color.

UNITERMS: Energy cost; Sweating; Hydration; Volleyball; Thermal stress.

NOTA

Financiado por: CNPq e FAPEMIG.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADOLPH, E.F.; DILL, D.B. Observations on water metabolism in the desert. *American Journal of Physiology*, Bethesda, v.123, p.369-78, 1938.
- AINSWORTH, B.E.; HASKELL, W.L.; LEON, A.S.; JACOBS JUNIOR, D.R.; MONTOYE, H.J.; SALLIS, J.F.; PAFFENBARGER JUNIOR, R.S. Compendium of physical activities: classification of energy costs of human physical activities. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Madison, v.32, n.9, p.498-516, 2000.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position Stand. Exercise and fluid replacement. *Medicine and Science Sports and Exercise*, Madison, v.29, n.1, p.11, 1996.
- _____. The prevention of thermal injuries during distance running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Madison, v.19, n.5, p.529-33, 1995.
- ARMSTRONG, L.E. *Performing in extreme environments*. Champaign: Human Kinetics, 2000.
- ARMSTRONG, L.E.; MARESH, C.M.; CASTELLANI, J.W.; BERGERON, M.F.; KENEFICK, R.W.; LaGASSE, K.E.; RIEBE, D. Urinary indices of hydration status. *International Journal of Sport Nutrition*, Schorndorf, v.4, p.265-79, 1994.
- ARMSTRONG, L.E.; MARESH, C.M.; GABAREE, C.V.; HOFFMAN, J.R.; KAVOURAS, S.A.; KENEFICK, R.W.; CASTELLANI, J.W.; AHLQUIST, L.E. Thermal and circulatory responses during exercise: effects of hypohydration, dehydration, and water intake. *Journal Applied Physiology*, Bethesda, v.82, n.6, p.2028-35, 1997.
- ARMSTRONG, L.E.; SOTO, J.A.H.; HACKER, F.T.; CASA, D.J.; KAVOURAS, S.A.; MARESH, C.M. Urinary indices during dehydration, exercise, and rehydration. *International Journal of Sport Nutrition*, Schorndorf, v.8, p.345-55, 1998.
- BURKE, L.M.; HAWLEY, J.A. Fluid balance in team sports. *Sports Medicine*, Auckland, v.24, n.1, p.38-54, 1997.
- 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. National Athletic Trainer's Association Position Statement (NATA): fluid replacement for athletes. *Journal of Athletic Training*, Dallas, v.35, n.2, p.212-24, 2000.
- DeVRIES, H.A.; HOUSH, T.J. *Physiology of exercise*. 5th.ed. Iowa: Brown & Benchmark, 1994.
- HARDY, J.D. Body temperature regulation. In: VERNON, B.; MOUNTCASTLE, M. *Medical physiology*. 14th.ed. London: C.V Mosby, 1980. p.1417-58.
- KENNEY, W.L. Thermoregulation at rest and during exercise in health older adults. *Exercise Sports Science Reviews*, Baltimore, v. 25, p 41-76, 1997.
- LÚCIA, A.; HOYOS, J.; PÉREZ, M.; CHICHARRO, J.L. Heart rate and performance parameters in elite cyclist: a longitudinal study. *Medicine Science in Sports and Exercise*, Madison, v.32, n.10, p.1177-82, 2000.
- McARDLE, W.D.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano*. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.
- McCANN, D.J.; ADAMS, W.C. Wet bulb globe temperature index and performance in competitive distance runners. *Medicine Science in Sports and Exercise*, Madison, v.29, n.7, p.955-61, 1997.
- MARGARIA, R. *Biomechanics and energetics of muscular exercise*. Oxford: Clarendon, 1976.
- PANDOLF, K.B.; SAWKA, M.N.; GONZALEZ, R.R. *Human performance physiology and environmental medicine at terrestrial extremes*. Carmel: Cooper Publ. Groups, 1986.
- PITTS, G.C.; JOHNSON, R.E.; CONSOLAZIO, F.C. Work in the heat as affected by intake of water, salt and glucose. *American Journal of Physiology*, Bethesda, v.142, n.253-9, 1944.
- POWERS, S.K.; HOWLEY, E.T. *Exercise physiology: theory and application to fitness and performance*. 4.ed. Boston: Mc Grall Hill, 2000.
- ROBERTS, D.L.; SHUMAN, S.H.; SMITH, D.J. Preventing heat-related hazards important for outdoor workers. *Occupational Safety for Health*, v.6, p.21-5, 1987.

RODRIGUES, L.O.C.; SILAMI-GARCIA, E. Fadiga: falha ou mecanismo de proteção? In: SILAMI-GARCIA, E.; LEMOS, K.L.M.; GRECO, P.J. **Temas atuais III**. Belo Horizonte: Health, 1998.

SAMPAIO, I.B.M. **Estatística aplicada à experimentação animal**. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 1998.

SAWKA, M.N. Physiological consequences of hypohydration: exercise performance and thermoregulation. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.6, p.657-70, 1992.

SILAMI-GARCIA, E.; RODRIGUES, L.O.C. Hipertermia durante a prática de exercícios físicos: riscos, sintomas e tratamento. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, Campinas, v.19, p.85-94, 1998.

STRATH, S.J.; SWARTZ, A.M.; BASSET JUNIOR, D. R.; O'BRIEN, W.L.; KING, G.A.; AINSWORTH, B.E. Evaluation of heart rate as method for assessing moderate intensity physical activity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.32, n.9, p.465-70, 2000.

ZAMBRASKI, E.J. The kidney and body fluid balance during exercise. In: BURSKIRK, E.R.; PUHL, S.M. **Body fluid balance: exercise and sport**. Boca Raton: CRC, 1996.

Recebido para publicação em: 23 jul. 2001

Revisado em: 12 nov. 2001

Aceito em: 19 nov. 2001

ENDEREÇO: Ana Carolina Vimiero-Gomes
Laboratório de Fisiologia do Exercício
Escola de Educação Física
Universidade Federal de Minas Gerais
Av. Presidente Carlos Luz, 4664
31310-250 Belo Horizonte MG - BRASIL
e-mail: lor@eef.ufmg.br