

EFEITO DE BEBIDA ESPORTIVA CAFEINADA SOBRE O ESTADO DE HIDRATAÇÃO DE JOGADORES DE FUTEBOL

ANA PAULA MUNIZ GUTTIERRES

Departamento de Nutrição e Saúde, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde –
Universidade Federal de Viçosa (UFV)
E-mail: paulagutti@yahoo.com.br.

KAROLINA GATTI

Departamento de Nutrição e Saúde, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde –
Universidade Federal de Viçosa (UFV)
E-mail: karolgatti@hotmail.com

JORGE ROBERTO PERROUT LIMA

Faculdade de Educação Física e Desportos da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)
E-mail: jorge.perrou@uff.edu.br

ANTÔNIO JOSÉ NATALI

Departamento de Educação Física, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde –
Universidade Federal de Viçosa (UFV)
E-mail: anatali@ufv.br

RITA DE CÁSSIA GONÇALVES ALFENAS

Departamento de Nutrição e Saúde, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde –
Universidade Federal de Viçosa (UFV)
E-mail: ralfenas@ufv.br

JOÃO CARLOS BOUZAS MARINS

Departamento de Educação Física, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde –
Universidade Federal de Viçosa (UFV)
E-mail: jcbouzas@ufv.br

RESUMO

O consumo de bebidas esportivas acrescidas ou não de cafeína tem sido usado por atletas com o objetivo de melhorar o desempenho esportivo. O objetivo deste estudo foi comparar o efeito do consumo da bebida esportiva cafeinada (BEC) em relação à bebida carboidratada comercial (BCC) sobre o balanço hídrico de jogadores de futebol. Em uma partida ingeriram BEC e em outra, BCC, consumindo 5 ml.kg⁻¹ de massa corporal (MC) 20 minutos antes da

partida e 3 ml.kg⁻¹ de MC nos tempos 0, 15, 30 e 45 de cada tempo de jogo. Utilizou-se o test "t" de Student pareado para verificar as diferenças entre os períodos e antes e pós tratamento. Foi utilizado ANOVA com dois fatores para medidas repetidas complementada pelo teste post hoc de Tukey. Foi considerado o nível de significância de $p < 0,05$. Os tratamentos diferiram significativamente; BEC promoveu maior percentual de perda de peso corporal, grau de desidratação, desidratação relativa, desidratação absoluta e maior taxa de sudorese. Não houve diferença estatística na quantidade de urina produzida durante o jogo. A ingestão de BEC resultou na reposição de fluido significativamente menor ($75,0 \pm 13,3\%$) que em BCC ($82,5 \pm 13,7\%$). Apesar de BEC ter promovido um maior impacto sobre os parâmetros de desidratação em relação à BCC, fisiologicamente, BEC mostrou-se segura para ser adicionadas em bebidas para atletas.

PALAVRAS-CHAVE: Sudorese; desidratação; cafeína; performance humana.

INTRODUÇÃO

O principal objetivo de uma bebida esportiva é repor os fluidos corporais perdidos no suor e fornecer substrato energético, representado normalmente pelos carboidratos (SHI; GISOLFI, 1998). Uma vez ingerida, a reidratação é dependente da velocidade do esvaziamento gástrico e da absorção intestinal (LEIPER et al., 2001). Uma bebida esportiva deve possuir algumas características tais como: quantidade de carboidratos apropriada, temperatura e sabor agradável e pequena quantidade de sódio visando aumentar a palatabilidade, a retenção hídrica, estimular a sede e prevenir hiponatremia em indivíduos susceptíveis (CASA et al., 2000).

As pesquisas sobre hidratação são freqüentemente conduzidas envolvendo a participação de atletas, que praticam esportes cíclicos como corrida, ciclismo e natação, em comparação aos esportes acíclicos, como o futebol, voleibol e basquetebol, por exemplo. Essa condição é decorrente, provavelmente, das características dos esportes acíclicos que dificultam o controle das condições experimentais em virtude das diferentes condições táticas e técnicas a que esses esportes estão submetidos. Essas variáveis de difícil controle podem limitar a interpretação dos dados e criar algumas dificuldades metodológicas.

A bebida supostamente ideal para a reposição de fluidos durante o exercício intermitente com mais de uma hora de duração, como o futebol, deve possuir osmolalidade entre 250 e 370mOsmol/kg (SHI; GISOLFI, 1998), conter pelo menos dois monossacarídeos, especificamente, glicose e frutose (idem, ibidem; CASA et al., 2000), sendo a última limitada a 2-3% já que concentrações maiores podem causar desconforto intestinal (idem). Além disso, esta deve conter sacarose ou outro dissacarídeo e polímero de glicose (maltodextrina), numa concentração máxima de carboidratos equivalente a 5-7% (SHI; GISOLFI, 1998).

Bebidas esportivas carboidratadas podem poupar o glicogênio muscular e hepático podendo, com isso, contribuir para o aumento de *performance* (MAUGHAN; LEIPER, 1994; SHI; GISOLFI, 1998; GUERRA et al., 2004). Tais bebidas podem atenuar a depleção de carboidratos, a elevação da temperatura corporal, a perda de volume plasmático, podendo, assim, retardar o aparecimento dos sintomas de fadiga (SHIRREFFS, 2003). Esses benefícios são de grande importância no futebol, principalmente em partidas que apresentam prorrogação do tempo de jogo. Além disso, nas categorias de base existem campeonatos que são caracterizados por jogos sucessivos, em dias consecutivos ou, ainda, por mais de uma partida por dia. Assim, o consumo de bebidas esportivas pode contribuir para um menor desgaste físico e/ou facilitar a recuperação do atleta.

Recentemente, uma série de novos elementos vem sendo adicionada às bebidas oferecidas aos atletas, tais como: aminoácidos de cadeia ramificada (WATSON; SHIRREFFS; MAUGHAN, 2004; NAGATOMI et al., 2005; MATSUMOTO et al., 2004), glicerol (HITCHINS et al., 1999; KAVOURAS et al., 2005) e cafeína (KOVACS; JOS; BROUNS, 1998; YEO et al., 2005; TURLEY; GERST, 2006).

As pesquisas conduzidas especificamente para avaliar os efeitos da ingestão de cafeína na *performance* de esportes coletivos são escassas (STUART et al., 2005; SCHNEIKER et al., 2006). Até o presente momento, não temos conhecimento de estudos que avaliaram o impacto da ingestão de bebidas esportivas cafeinadas sobre o estado de hidratação de jogadores de futebol. Em pesquisa realizada em 3 de maio de 2007, no Pubmed Medline, utilizando as palavras-chave "*caffeine soccer*", "*sport drink caffeine*" e "*sport drink soccer*", foram encontrados somente 26 artigos. Em nenhum dos artigos encontrados foi avaliado o efeito da cafeína em bebidas carboidratadas durante a realização de uma partida de futebol.

Vários autores relataram o potencial ergogênico da cafeína em provas de longa duração (COX et al., 2002; BELL; MCELLELLAN, 2002; TURLEY; GERST, 2006) e também na execução de habilidades específicas de esportes coletivos (STUART et al., 2005; SCHNEIKER et al., 2006). A utilização dessa substância tem gerado uma série de dúvidas acerca da sua possível ação diurética, uma vez que pode acarretar aumento no volume de urina e, portanto, uma maior perda hídrica, o que poderia afetar negativamente a *performance*. Contudo, Wemple, Lamb e McKeever (1997) não confirmam a ocorrência desse efeito durante o exercício.

Diante disso, torna-se importante averiguar o efeito da cafeína adicionada às bebidas na *performance* esportiva, sendo necessário compreender seu impacto sobre o balanço hídrico desses atletas, em função da importância da manutenção dos fluidos corporais para a execução de exercícios de alta intensidade.

Assim, o objetivo foi comparar o efeito do consumo da bebida esportiva

cafeinada (BEC) ante a bebida carboidratada comercial (BCC) sobre o balanço hídrico de jogadores de futebol durante uma situação semelhante à de jogo seguindo o protocolo de hidratação programado.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostra

A amostra foi constituída por 20 jogadores de futebol da categoria Júnior que participam regularmente de competições da Federação Mineira de Futebol em Minas Gerais (Brasil). Habitualmente, a frequência de treinamento desses atletas correspondia a quatro sessões semanais com duração de quatro horas por sessão. Além disso, os atletas participavam de uma a duas partidas por semana. Os participantes foram informados verbalmente e por escrito por meio do termo de consentimento livre e esclarecido que relatava os possíveis riscos à saúde. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (MG) (UFV), Brasil, respeitando todos os procedimentos bioéticos propostos pela resolução do governo brasileiro supervisionado pelo Conselho Nacional de Saúde (CNS, n. 196/96).

O estudo ocorreu na UFV, na cidade de Viçosa (altitude de 648,74m), Minas Gerais, Brasil. Inicialmente, os jogadores foram submetidos à avaliação da composição corporal de acordo com o protocolo de Jackson e Pollock (1978), e do consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx.) utilizando-se o protocolo de Cooper de 2400m (MARINS; GIANNICHI, 1998). As características físicas dos avaliados estão expressas na Tabela 1.

TABELA 1 – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS AVALIADOS

Variáveis	Média (\pm DP)	Varição
Idade (anos)	16,1 \pm 0,7	15 - 17
Peso (kg)	66,6 \pm 6,1	55,9 - 79
Estatura (cm)	174,0 \pm 6,9	162 - 186
Σ 3 dobras cutâneas (mm)	21,5 \pm 7,7	11,5 - 35,7
Gordura corporal (%) ⁽¹⁾	8,0 \pm 2,7	3 - 13,7
VO_2 máximo ml (kg.min)-1 ⁽²⁾	50,1 \pm 3,2	44,7 - 56,0

⁽¹⁾ Protocolo de Jackson e Pollock (1978); dobras = tórax, tríceps e subescapular.

⁽²⁾ Protocolo de 2400m de Cooper (MARINS; GIANNICHI, 1998).

Em uma segunda etapa, foram realizadas as partidas de futebol, que ocorreram com um intervalo médio de 48 horas. O campo no qual foram realizadas tais partidas era de grama natural, com dimensões consideradas oficiais de 98,60m de comprimento por 67,60m de largura. As partidas foram realizadas das 11h00 às 13h00.

Desenho experimental

Trata-se de um estudo duplo-cego em *cross-over*. Apenas um avaliador tinha conhecimento das bebidas que cada equipe consumia. Esse avaliador não participou da coleta dos dados, apenas forneceu as garrafas com as respectivas bebidas aos avaliadores responsáveis por cada equipe. Os atletas participaram de duas partidas de futebol em dois dias distintos ingerindo em cada situação a BEC ou BCC (7% de carboidratos). Os atletas foram orientados quanto aos alimentos fonte de cafeína, sendo solicitados a evitar tais alimentos por, no mínimo, 36 horas antes dos testes.

Vinte minutos antes do jogo os atletas ingeriram 5ml.kg^{-1} de massa corporal (MC) de fluidos e 3ml.kg^{-1} de MC a cada 15 minutos de jogo, iniciando a ingestão no tempo zero (imediatamente antes de começar cada tempo de jogo). Cada jogador possuía 9 garrafas individuais (1 garrafa com 5ml.kg^{-1} de MC e 8 com 3ml.kg^{-1} de MC) e eles foram instruídos a consumir todo o conteúdo de suas respectivas garrafas. Para cada par de jogadores havia um avaliador para monitorar a ingestão no tempo estipulado e de forma correta. A ingestão de cafeína variou de acordo com a ingestão de líquidos baseada na MC. Assim, o jogador que ingeriu menor e maior quantidades de cafeína foi, respectivamente, $6,9$ e $7,6\text{mg.kg}^{-1}$ de MC, o que correspondeu a uma ingestão média de $7,3 \pm 0,1\text{mg.kg}$ de MC. O experimento ocorreu no mês de agosto (inverno no Brasil) e a temperatura e a umidade relativa (UR) do ambiente foram registradas a cada 5 minutos. Nos dias BEC e BCC as condições ambientais eram, respectivamente: $32,0 \pm 3,57^\circ\text{C}$ e $47,8 \pm 8,6$ UR; $32,4 \pm 4,8^\circ\text{C}$ e $46,0 \pm 11,2$ UR.

Bebidas esportivas

Foram oferecidas durante o estudo dois tipos de bebidas. Uma era a BEC, cuja formulação foi desenvolvida pelos autores, e outra bebida carboidratada comercializada no mercado nacional (BCC). A composição da BEC para cada litro foi 7% de carboidratos, 3,3g de *mix* de microelementos e cafeína (Mix M. Cassab®, referência UFV 4228) (632mg de sódio, 303mg de cálcio, 72mg de potássio, 28mcg de selênio, 872mg de cloreto, 57mg de fósforo, 100mg de vitamina C, 27UI de

vitamina E, 250mg de cafeína e 4g de ácido cítrico). A BCC continha 7% de carboidratos, 460mg de sódio, 424mg de cloro, 218mg de magnésio, 120mg de potássio, 12mg de ferro, 6mg de zinco, 1,92mg de manganês, 758mcg de cobre, 38mcg de molibdênio, 30mcg de cromo, 28mcg de selênio e 70mg de vitamina C.

Estado de hidratação

Para a verificação do estado de hidratação dos participantes, foram avaliados os seguintes parâmetros: o peso corporal, a desidratação relativa e absoluta, o grau de desidratação, a taxa de sudorese e a densidade da urina. Tais parâmetros foram avaliados conforme descrição a seguir.

Peso corporal, desidratação relativa e absoluta

O peso corporal foi aferido utilizando uma balança digital, com acurácia de 100g (Soehnle, modelo 7820.21, Asimed S.A., Barcelona, Espanha). O registro do peso corporal permitiu o acompanhamento da desidratação do atleta, tanto de forma relativa (obtida pela subtração do peso inicial – PI – menos o peso final – PF), como de forma absoluta (obtida pela subtração do valor obtido pela soma do PI e da quantidade de líquidos ingeridos – LI – menos a soma do PF e do volume de urina produzido – U), além de observar o percentual da perda hídrica representada pelo percentual de perda de peso corporal. Assim, as equações utilizadas para acompanhar a desidratação foram as seguintes:

- Desidratação relativa = $PI - PF$
- Desidratação absoluta = $(PI + LI) - (PF + U)$

Grau de desidratação

O grau de desidratação foi calculado pela equação proposta por Burke e Hawley (1997): % desidratação = $[(\text{mudança no peso corporal} - \text{volume urinário durante o jogo}) / \text{peso corporal inicial}] \times 100$.

Taxa de sudorese

A taxa de sudorese foi verificada pela equação proposta por Horswill (1998): taxa de sudorese = $[(\text{peso inicial} - \text{peso final}) + \text{volume de líquido ingerido} - (\text{volume urinário} + \text{volume fecal}) / \text{tempo de exercício} \times 60]$.

Essa equação permite a representação da taxa de sudorese em $l \cdot h^{-1}$ e $ml \cdot \text{min}^{-1}$.

Densidade da urina

A urina pré e pós-jogo foi coletada em bolsa coletora com capacidade de 300ml. A densidade da urina (DU) foi determinada por um refratômetro óptico (LF Equipamentos, modelo 107/3, São Paulo, Brasil), que foi calibrado com água deionizada. A DU foi utilizada como marcador do estado de hidratação.

Análise estatística

Os dados foram expressos em média, desvio-padrão (\pm DP) e taxa de variação. Os valores de $p \leq 0,05$ foram aceitos como estatisticamente significativos. Para analisar as diferenças no percentual de perda de peso, grau de desidratação, desidratação relativa e absoluta, taxa de sudorese, volume de urina e percentual de reposição foi utilizado o Teste "t" de Student pareado. Para analisar as diferenças entre as médias de peso corporal, densidade da urina, frequência cardíaca, índice de percepção do esforço foi utilizado Anova com dois fatores para medidas repetidas complementada pelo Teste *post hoc* de Tukey. Análises de correlação entre as variáveis foram feitas usando o modelo de correlação de Pearson. Os dados foram analisados pelo programa Statistica versão 6.0.

RESULTADOS

Na Tabela 2 estão expressos os comportamentos das variáveis relacionadas ao balanço hídrico dos jogadores com o decorrer da partida.

Os jogadores não apresentaram diferença na MC antes das duas partidas (BEC = $67,4 \pm 5,8$ kg, BCC = $67,3 \pm 5,9$, $p > 0,557$). Comparando o período pós-jogo entre BEC e BCC, observa-se que em ambas as situações houve redução da MC após as partidas, entretanto, houve uma tendência da BEC em promover maior perda de MC no final da partida, tanto em valores absolutos (BEC = $66,5 \pm 5,9$ kg, BCC = $66,7 \pm 6,0$ kg), quanto relativos (BEC = $1,4 \pm 0,6\%$, BCC = $1,0 \pm 0,6\%$).

Houve diferença significativa entre os tratamentos quanto a desidratação; com BEC, os atletas concluíram a partida mais desidratados do ponto de vista do grau de desidratação (BEC = $1,1 \pm 0,7\%$, BCC = $0,7 \pm 0,6\%$, $p = 0,018$), desidratação relativa (BEC = $0,9 \pm 0,4$ kg, BCC = $0,7 \pm 0,4$ kg, $p = 0,005$) e absoluta (BEC = $2,7 \pm 0,4$ kg, BCC = $2,4 \pm 0,4$, $p = 0,017$) e também na taxa de suor produzida, BEC promoveu maior taxa de sudorese (BEC = $1,6 \pm 0,2$ l.h⁻¹, BCC = $1,5 \pm 0,2$ l.h⁻¹). A Figura 1 ilustra o grau de desidratação apresentado pelos jogadores durante a partida.

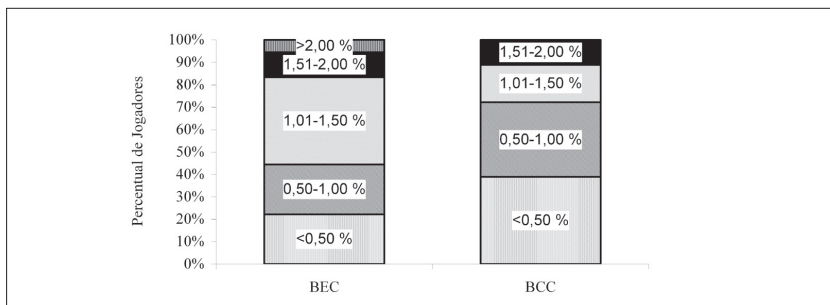
Não houve diferença estatisticamente significativa entre a quantidade de urina produzida durante o jogo nos diferentes tratamentos (BEC = $236,4 \pm 211,3$ ml e BCC = $211,1 \pm 145,4$, $p = 0,059$). Não houve diferença nos valores de DU

TABELA 2 – PARÂMETROS DO BALANÇO HÍDRICO DOS JOGADORES

	BEC	BEC	BCC	BCC
	Média (\pm SD)	Varição	Média (\pm SD)	Varição
Peso antes da partida (kg)	67,4 \pm 5,8	58,1-79,0	67,3 \pm 5,9	57,9-79,5
Peso após a partida (kg)	66,5 \pm 5,9 ^{a,b}	56,3 – 77,9	66,7 \pm 6,0 ^b	56,9- 78,0
Percentual de perda de peso (%)	1,4 \pm 0,6 ^a	0,4-2,2	1,0 \pm 0,6	0 -1,9
Grau de desidratação (%)	1,1 \pm 0,7 ^a	0,1-3,0	0,71 \pm 0,6	-0,1-1,7
Ingestão total de fluidos (ml)	1954,6 \pm 204,3	1624 – 232	1954,6 \pm 204,3	1,6 – 2,3
Desidratação relativa (kg)	0,9 \pm 0,4 ^a	0,30 -1,80	0,7 \pm 0,4	0,0 -1, 5
Desidratação absoluta (kg)	2,70 \pm 0,4 ^a	1,9-3,4	2,4 \pm 0,4	1,8-3,3
Taxa de sudorese (l.h ⁻¹).	1,6 \pm 0,2 ^a	1,1 –2,0	1,5 \pm 0,2	1,1 – 2,0
Taxa de sudorese (ml.min. ⁻¹)	16,2 \pm 2,5 ^a	11-20	14,3 \pm 2,1	10-17
Sudorese total (l)	2,7 \pm 0,5 ^a	1,9-3,4	2,4 \pm 0,4	1,8-3,3
Total de urina (ml)	236,4 \pm 211,4	40-920	211,1 \pm 145,4	40 – 540
Densidade da urina antes (g.ml ⁻¹)	1021 \pm 4,1	1012-1028	1023 \pm 5,9	1011-1033
Densidade da urina depois (g.ml ⁻¹)	1021 \pm 8,2	1002-1032	1023 \pm 7,3	1010-1034
Percentual reposição (%)	75,0 \pm 13,3 ^a	49,5-97,6	82,5 \pm 13,8	64,2-111,5

BEC = bebida esportiva cafeinada; BCC = bebida carboidratada comercial. Jogo com duração de 100 minutos. ^a Diferença estatística entre antes e depois do jogo ($p = <0,05$). ^b Diferença estatística entre as diferentes bebidas. Os valores da tabela são baseados nos valores de 18 atletas, visto que 2 jogadores saíram da partida BCC por não se sentirem bem fisicamente para continuar o exercício.

FIGURA 1: GRAU DE DESIDRATAÇÃO DOS JOGADORES APÓS A PARTIDA COM A INGESTÃO DA BEC OU BCC



produzida antes do jogo (BEC = 1021 \pm 4,1g.ml⁻¹, BCC = 1021 \pm 8g.ml⁻¹) nem depois das partidas (BEC = 1021 \pm 8g.ml⁻¹, BCC = 1023 \pm 7g.ml⁻¹). A DU não sofreu diferença nos períodos pré e pós-partida (BEC: $p = 0,766$ e BCC: $p = 0,896$). Fazendo uma comparação intergrupo, não houve diferença na DU após as partidas ($p = 0,43$).

O percentual de reposição de fluidos foi estatisticamente significativo ($p = 0,025$), sendo que os atletas sob a ingestão de BEC tiveram uma menor reposição de fluidos ($75,0 \pm 13,3\%$) em relação à BCC ($82,5 \pm 13,8 \%$) executando o protocolo proposto.

(Sem a medida do gasto energético das atividades realizadas, o estudo fica inconsistente, pois se sabe que a taxa de sudorese é diretamente proporcional ao calor metabólico produzido.)

DISCUSSÃO

No presente estudo, os jogadores perderam em média $0,9 \pm 0,4\text{kg}$ do peso corporal (desidratação relativa) e o percentual de desidratação variou de $0,1$ a $3,0\%$ após ingestão de BEC. Após o consumo de BCC, tais jogadores perderam $0,7 \pm 0,4\text{kg}$ e o percentual de desidratação variou de $-0,1$ a $1,7\%$. Observa-se na Figura 1 que sob a ingestão de BEC cerca de 60% dos jogadores obtiveram um percentual de desidratação superior a $1,01\%$, enquanto com a ingestão de BCC esse valor foi reduzido para 30% dos atletas para o mesmo grau de desidratação.

A menor perda de peso no presente estudo pode ser explicada pelo fato de os jogadores terem ingerido as bebidas esportivas seguindo o protocolo de hidratação programado em intervalos regulares, em contraposição aos atletas de Shirreffs et al. (2005), que consumiram bebida esportiva e/ou água *ad libitum*. É importante observar que tanto no presente estudo, como no estudo de Shirreffs et al. (2005), existiu uma grande variabilidade no percentual de desidratação entre os atletas independente da estratégia de hidratação aplicada. Esses resultados indicam a importância do desenvolvimento de protocolos de hidratação individualizados, visto que o protocolo adotado no presente estudo (5ml.kg^{-1} de MC de bebida esportiva ingerido 20 minutos antes da partida mais 3ml.kg^{-1} de MC a cada 15 minutos do jogo), baseado no peso corporal de cada jogador, foi mais efetivo para a manutenção dos fluidos corporais, em relação ao estudo no qual a ingestão ocorreu *ad libitum* (SHIRREFFS et al., 2005).

Guerra (2004) submeteu seus avaliados ao protocolo de hidratação proposto pelo American College Sports Medicine (ACSM) (1996) (150ml de fluidos, a cada 15 minutos de jogo, mais 300ml no intervalo) e observou perda significativa de peso após o jogo, em relação ao momento pré-jogo, em todos os tratamentos: bebida carboidratada, água flavorizada e controle. A perda média foi de $2,3\text{kg}$, mostrando que sob severas condições climáticas o protocolo de hidratação do ACSM não é efetivo. Para atletas de futebol o presente estudo mostrou que uma ingestão de fluidos individualizada pode ser mais efetiva para evitar a instalação da hipohidratação.

No presente estudo, a desidratação relativa, absoluta e o grau de desidratação associados à ingestão da BEC foram significativamente mais elevadas. A taxa de sudorese total promovida por BEC ($2,7 \pm 0,5$) foi estatisticamente maior que a promovida pela BCC ($2,4 \pm 0,4$) e não houve diferença na perda de fluidos pela urina. Dessa forma, parece que esses resultados são devidos a uma maior taxa de sudorese ocorrida em resposta à BEC.

Diferentemente do presente estudo, Kovacs, Jos e Brouns (1998) não encontraram diferença na perda de suor entre bebidas carboidratadas com diferentes concentrações de cafeína (150, 225 e 320mg.l⁻¹) e bebida carboidratada sem cafeína. O estudo de Falk et al. (1990) também não encontrou diferença na perda de água corporal total e na taxa de sudorese em indivíduos que se exercitaram de 70 a 75% do VO₂ máximo após a ingestão de doses agudas de cafeína ou placebo. A diferença encontrada na taxa de suor pode ser devida ao fato de que as condições ambientais do presente estudo se apresentaram severas (32,04°C e 47,81% UR) e já no estudo de Falk et al. (1990) o ambiente era termoneutro (25°C e 50% UR). Dessa forma, parece que sob severas condições ambientais a cafeína pode promover uma maior taxa de sudorese em relação a climas com condições amenas.

Outra questão que deve ser observada é o tipo de atividade. Tanto no estudo de Kovacs, Jos e Brouns (1998) quanto no de Falk et al. (1990) a atividade executada tinha característica cíclica. Já no presente estudo, o esporte praticado era acíclico, o que pode ter contribuído para essa diferença na taxa de sudorese após a ingestão de BEC. Assim, parece que o tipo de atividade praticada pode potencializar os efeitos da cafeína sobre a taxa de sudorese. Contudo, mais estudos são necessários para que se chegue a uma conclusão mais precisa a respeito do efeito da cafeína sobre a sudorese. A maior perda de suor ocorrida em BEC pode explicar a menor reposição de fluidos em relação à BCC.

A taxa de suor média observada foi em BEC de $1,6 \pm 0,2$ l.h⁻¹ ou $16,2 \pm 2,5$ ml.min⁻¹ e em BCC de $1,6 \pm 0,2$ l.h⁻¹ ou $14,3 \pm 2,1$ ml.min⁻¹. A taxa de sudorese na situação BCC é a mesma encontrada no estudo de Shirreffs et al. (2005), no qual os jogadores apresentaram uma taxa de suor média exatamente de $1,46 \pm 0,24$ l.h⁻¹ sob a ingestão de bebidas carboidratadas e/ou água. Em outros esportes coletivos também foram observadas taxas de sudorese próximas do valor apresentado no presente estudo. Vimeiro-Gomes e Rodrigues (2001) registraram taxa de suor em jogadores de vôlei durante o treino de $15,1 \pm 4,6$ ml.min⁻¹. Assim, apesar da especificidade de cada esporte, a característica intermitente presente na maioria dos esportes coletivos pode explicar a semelhança na taxa de suor produzida pelos atletas.

O volume total de suor apresentado pelos atletas no presente estudo foi mais elevado (BEC= $2,7 \pm 0,4$; BCC= $2,4 \pm 0,4$) do que o do estudo de Shirreffs

et al. (2005), que foi de $2,2 \pm 0,4l$ (1,7-3,1l). Essa diferença pode ter ocorrido pelo fato de os atletas do estudo de Shirreffs et al. (2005) realizarem 90 minutos de treinamento e não uma partida de futebol na íntegra. Já a taxa de suor do estudo de Aragon-Vargas et al. (2005) foi de $4.448 \pm 1.216ml$ (2.950-6.224ml). Em virtude das semelhantes condições ambientais entre o presente estudo e o de Aragon-Vargas et al. (2005), a diferença na taxa de sudorese pode ser devida a vários outros fatores, como as diferenças individuais, diferenças na intensidade do exercício, estado de aclimatização, roupas, nível basal de hidratação (CASA et al., 2000) e formas de hidratação (*ad libitum* ou programada).

A produção de urina não diferiu entre os tratamentos, mostrando que a cafeína presente em BEC não foi capaz de aumentar a diurese. Em consenso com o presente estudo, Wemple, Lam e Mckeever (1997) estudaram o efeito de uma bebida esportiva hidroeletrólítica carboidratada (Plac) sobre a diurese, comparada com outra bebida com as mesmas características, porém acrescida de cafeína (CAF), em situação de repouso e de exercício. Foi observado que em repouso CAF promoveu maior diurese ($1843 \pm 166ml$) do que Plac ($1.411 \pm 181ml$).

Já durante o exercício, a diferença entre CAF ($398 \pm 32ml$) e Plac ($490 \pm 57ml$) não foi significativa. Kovacs, Jos e Brouns (1998) também não observaram diferenças no volume de urina produzido quando diferentes concentrações de cafeína foram adicionadas a bebidas e carboidratadas, ingeridas durante o exercício. Os autores de ambos os estudos propuseram que a maior liberação de catecolaminas durante o exercício pode ter contraposto ao efeito diurético observado no repouso. Adicionalmente, as catecolaminas podem ser capazes de promover uma maior absorção de sódio e cloro nos túbulos renais proximais e distais por afetar os hormônios antidiurético e/ou aldosterona, resultando em conservação de água (BELLO-REUSS, 1980). Assim, parece que durante o exercício a cafeína não exerce seu papel diurético, não promovendo efeitos prejudiciais a um satisfatório estado de hidratação.

O volume de urina produzido (Tabela 2) pelos jogadores do presente estudo apresentou valores superiores aos dos atletas do estudo de Aragon-Vargas et al. (2005), que produziram $82 \pm 119ml$ (0-512ml) sob ingestão de fluidos *ad libitum* durante a partida. Esse maior valor apresentado no presente estudo pode ser explicado pela menor necessidade dos jogadores em preservar água corporal, fato que pode ser explicado pela menor perda de peso corporal e menor percentual de desidratação atingido por esses jogadores, em relação àqueles alcançados pelos atletas do estudo de Aragon-Vargas et al. (2005) (perda de peso corporal $2.58 \pm 0.88kg$; percentual de desidratação $3.38 \pm 1.11\%$). Parece que o corpo sofre adaptação à medida que o nível de desidratação aumenta com o objetivo de con-

servar água corporal para compensar o processo agudo de desidratação. Assim, como o percentual de desidratação atingido pelos atletas no presente estudo foi inferior ao do estudo de Aragon-Vargas et al. (2005), não houve a necessidade de que o corpo desses indivíduos se adaptasse para manter os níveis dos fluidos corporais adequados, o que pode explicar uma maior produção de urina.

Considerando os valores de DU pré-jogo, 55,6% dos jogadores em BEC e 83,3% em BCC iniciaram a partida hipohidratados ($DU > 1.020\text{g.ml}^{-1}$), segundo Casa et al. (2000). Esse resultado está de acordo com o do estudo de Guerra (2004), que verificou a ocorrência de valores de DU pré-jogo acima de 1.021g.ml^{-1} , em todos os participantes de sua pesquisa. No entanto, esse resultado diverge do resultado do estudo de Aragon-Vargas et al. (2005), no qual os atletas iniciaram bem hidratados $1.018 \pm 0.008\text{g.ml}^{-1}$. O fato de a grande maioria dos atletas apresentarem valores basais de DU que representam um estado de hipohidratação é mais um argumento que reforça a falta de aconselhamento desses atletas a respeito de estratégias efetivas de hidratação após jogos e treinos, para evitar-se um estado de hipohidratação crônica.

A DU após cada tratamento não demonstrou diferença estatisticamente significativa entre as bebidas. Para alguns autores a mudança no peso corporal é considerada um instrumento de maior acurácia na avaliação do estado de hidratação (VERSEY et al., 2006). Assim, a maior perda de massa corporal dos atletas em BEC sugere que eles estavam mais desidratados e, por isso, deveriam apresentar maiores valores de DU. Contudo, os índices urinários, como a DU, parecem identificar mudanças no *status* de desidratação mais acuradamente durante desidratação prolongada do que em desidratação aguda, como é o caso do presente estudo.

Mudanças pequenas no peso corporal, como, por exemplo, 1% de desidratação, são mais adequadamente avaliadas por meio da osmolaridade plasmática (POPOWSKI et al., 2001). Com a ingestão aguda de fluidos, como ocorre no presente estudo, os rins não são capazes de regular efetivamente a absorção de água, promovendo excessiva filtração glomerular, mascarando, dessa forma, o real nível de desidratação dos atletas quando esse é avaliado por meio de índices urinários (*idem*). Mais estudos devem ser conduzidos para avaliar o estado de hidratação dos atletas sob ingestão aguda de fluidos, utilizando os diferentes meios de verificação (osmolaridade e densidade da urina, osmolaridade do plasma, água corporal total, peso corporal e outros).

Visto que a hipohidratação parece potencializar os efeitos do estresse térmico e prejudicar severamente a capacidade dos indivíduos em tolerar o exercício (CHEUNG; MCLELLAN; TENAGLIA, 2000), deve-se considerar que tal condição é um fator que predispõe o organismo à ocorrência de lesões pelo calor, principalmente

quando exercício prolongado é executado em ambientes de alta temperatura (COYLE, 2004). No presente estudo, o estado de hipohidratação dos jogadores, considerando os valores de DU antes dos jogos, era bastante variado. Os atletas apresentaram casos extremos de boa hidratação (BEC = 1,012g.ml⁻¹; BCC = 1,011g.ml⁻¹) e casos que apontaram um quadro de desidratação significativa (BEC = 1,028g.ml⁻¹) e desidratação severa (BCC = 1,033g.ml⁻¹). Assim, estratégias efetivas e individualizadas de hidratação após treinos e jogos são importantes, para que o indivíduo restabeleça o balanço dos fluidos corporais, não permitindo a instalação de um quadro crônico de hipohidratação que comprometa sua *performance* esportiva.

O presente estudo possui algumas limitações metodológicas, como a diferença apresentada nas concentrações dos compostos constituintes de cada formulação. Assim, os efeitos promovidos na desidratação não deve ser atribuído exclusivamente à presença ou não de cafeína na formulação, mas às bebidas consumidas, BEC ou BCC. Outra limitação é que a ingestão de fluidos foi baseada na MC, variando, também, a quantidade de cafeína consumida por cada atleta. O jogador mais leve consumiu 1,68l de bebida, o que correspondeu a uma ingestão de cafeína de 6,9mg.kg⁻¹de MC e o mais pesado consumiu 2,32l, o que correspondeu a 7,6mg.kg⁻¹de MC.

Diante dos aspectos apresentados, é imprescindível que técnicos, preparadores físicos e atletas tenham conhecimento da composição das bebidas esportivas, para que possam escolher aquelas que proporcionam melhor disponibilidade de fluidos, buscando evitar os sintomas da desidratação, visto que as oportunidades de ingestão de fluidos durante a partida são escassas. Apesar de a BEC (75,0%) ter promovido uma menor reposição de fluidos em relação à BCC (82,5%), ainda assim apresentou uma reposição satisfatória quando comparada à ingestão *ad libitum* (SHIRREFFS et al., 2005). Como o impacto da BEC no balanço hídrico foi aceitável torna-se indispensável a realização de estudos que visem verificar os efeitos ergogênicos de bebidas esportivas cafeinadas sobre o desempenho físico de jogadores de futebol.

CONCLUSÃO

Comparando o efeito das duas bebidas sobre o balanço hídrico dos jogadores, apesar de a BEC ter promovido uma maior perda de peso corporal, maior percentual de desidratação e maior taxa de sudorese, ainda assim o protocolo de hidratação estipulado foi eficaz para promover níveis de reposição hídrica satisfatórios ao estado saudável. A bebida cafeinada não promoveu diurese durante o exercício, sendo viável o consumo de BEC para que o atleta possa usufruir de seus possíveis

efeitos ergogênicos tanto por sua capacidade de repor fluidos e eletrólitos como pela presença da cafeína em sua composição.

Effect of a caffeinated sports drink on the hydration status of Brazilian soccer players

ABSTRACT: The consumption of sports drinks with or without caffeine has been used by athletes for improving sport performance. The purpose of this study was to compare the effect of the consumption of a caffeinated sports drink (CSD) and of a commercial carbohydrate drink (CCD) on soccer players' hydration balance. In one game they ingested CSD, and in the other CCD, consuming 5 ml.kg⁻¹ of body weight (BW) 20 minutes before the game started, and 3 ml.kg⁻¹ of BW at 0, 15, 30 e 45 minutes after the beginning of the game. The test used is "t" Student paired to verify the differences between periods and before and after treatment. ANOVA Two Way was used with for repeated measures supplemented by the Tukey post hoc test. Study treatments differed significantly; CSD led to greater rates of body weight loss, dehydration degrees, relative dehydration, absolute dehydration, and sweating. There was no statistical difference in the amount of urine eliminated during the game. CSD ingestion led to significantly lower fluid replenishment (75,0 ± 13,3%) than CCD consumption (82,5 ± 13,7%). Although BEC had a greater impact on the parameters of dehydration on the BCC, physiologically it has proved to be safe when added to athletes' beverages.

KEY WORDS: sweating; dehydration; caffeine; human performance.

Efecto de una bebida deportiva con cafeína sobre la hidratación en jugadores brasileños de fútbol

RESUMEN: Las bebidas deportivas acrecidas (o no) de cafeína son consumidas por atletas con el objetivo de mejorar su desempeño deportivo. El objetivo de este estudio fue comparar el efecto del consumo de una bebida deportiva con cafeína (BDC) frente a una bebida comercial con carbohidrato (BCC) sobre el equilibrio hídrico de jugadores de fútbol. En un partido ellos ingirieron BDC y en otro BCC, consumiendo 5 ml.kg⁻¹ de masa corporal (MC) 20 minutos antes del partido y 3 ml.kg⁻¹ de MC al empezar, o sea, a lo cero, 15, 30 y 45 minutos de cada tiempo del partido. La prueba utilizada fue la "t" de Student emparejados para verificar las diferencias entre los períodos, así como antes y después del tratamiento. Se utilizó ANOVA con dos factores de medidas repetidas complementado por test post hoc de Tukey. Las bebidas presentaron diferencias significativas; BDC causó mayor porcentaje de pérdida de MC, grado de deshidratación, deshidratación relativa, deshidratación absoluta y mayores sudores. No hubo diferencia estadística en la cantidad de orina producida durante el partido. El consumo de BDC resultó en reposición de fluidos significativamente menor (75,0 ± 13,3%) que en BCC (82,5 ± 13,7%). A pesar de BDC haber promocionado un mayor impacto sobre los parámetros de la deshidratación en el BCC, fisiológicamente, BDC se mostró más seguro para ser añadido a las bebidas para deportistas.

PALABRAS CLAVES: sudores; deshidratación; cafeína; desempeño humano.

REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE SPORTS MEDICINE. Position stand on exercise and fluid replacement. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, v. 28, p. i-vii, 1996.

ARAGON-VARGAS, L. F.; MONCADA-JIMÉNEZ, J.; SOLERA, A. J.; QUESADA, H. J.; BARRENECHEA, A.; MONGE, M. Thermoregulation and fluid balance during professional soccer competition in the heat. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, v. 37, n. 5, p. 29, 2005. (Supplementum.)

BELL D. G.; MCLELLAN, T. M. Exercise endurance 1, 3, and 6 hours after caffeine ingestion in Caffeine Users and Non-users. *Journal of Applied Physiology*, v. 93, p. 1.227-1.234, 2002.

_____. Effect of repeated caffeine ingestion on repeated exhaustive exercise endurance. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, n. 35, p. 1.348-1.354, 2003.

BELLO-REUSS, E. Effect of catecholamines on fluid reabsorption by the isolated proximal convoluted tubule. *American Journal Physiology*, v. 238, p. 347-352, 1980.

BURKE, L. M.; HAWLEY, J. A. Fluid balance in team sports: guidelines for optimal practices. *Sports Medicine*, v. 4, p. 38-54, 1997.

CASA, D. J.; ARMSTRONG, L. A.; HILLIMAN, S. K.; MONTAIN, S. J.; REIFF, R. V.; RICH, B. S. E.; ROBERTS, W. O.; STONE, J. A. National Athletic Trainers' Association Position Statement: fluid replacement for athletes. *Journal of Athletic Training*, v. 35, p. 212-224, 2000.

CHEUNG, S. S.; MCLELLAN, T. M.; TENAGLIA, S. The thermophysiology of uncompensable heat stress. *Sports Medicine*, v. 29, n. 5, p. 329-359, 2000.

COX, G. R.; DESBROW, B.; MONTGOMERY, P. G.; ANDERSON, M. E.; BRUCE, C. R.; MACRIDES, T. A.; MARTIN, D. T.; MOQUIN, A.; ROBERTS, A.; HAWLEY, J. A.; BURKE, L. M. Effect of different protocols of caffeine intake on metabolism and endurance performance. *Journal of Applied Physiology*, v. 93, p. 990-999, 2002.

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

FALK, B.; BURNSTEIN, R.; ROSENBLUM, J.; SHAPIRO, Y.; ZYLBER-KATZ, E.; BASHAN, N. Effects of caffeine ingestion on body fluid balance and thermoregulation during exercise. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, v. 68, p. 889-892, 1990.

GUERRA, I. *Efeito de diferentes estratégias de reposição de líquidos e de carboidratos no desempenho de jogadores de futebol*. 2004. 92f. Tese (Doutorado em Ciência Farmacêutica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

_____; CHAVES, R.; BARROS, T. L.; TIRAPEGUI, J. The influence of fluid ingestion on performance of soccer players during a match. *Journal of Sports Sciences and Medicine*, v. 3, p. 198-202, 2004.

HITCHINS, S.; MARTIN, D. T.; BURKE, L.; YATES, K.; FALLON, K.; HAHN, A.; DOBSON, G. P. Glycerol hyperhydration improves cycle time trial performance in hot humid conditions. *European Journal Applied Physiology*, v. 80, p. 494-501, 1999.

HORSWILL, C. A. Effective fluid replacement. *International Journal Sport Nutrition*, v. 8, p. 175-195, 1998.

KAVOURAS, S. A.; ARMSTRONG, L. E.; MARESH, C. M.; CASA, D. J.; HERRERRA-SOTO, J. A.; SCHEETT, T. P.; STOPPANI, J.; MACK, G. W.; KRAEMER, W. J. Rehydration with glycerol: endocrine, cardiovascular and Thermoregulatory responses during exercise in the heat. *Applied Physiology*, v. 100, p. 442-450, 2005.

KOVACS, E. M. R.; JOS, S. H. C. H.; BROUNS, F. Effect of caffeinated drinks on substrate metabolism, caffeine excretion, and performance. *Journal Applied Physiology*, v. 85, p. 709-715, 1998.

LEIPER, J. B.; PRENTICE, A. S.; WRIGHTSON, C.; MAUGHAN, R. J. Gastric emptying of a carbohydrate- electrolyte drink during a soccer match. *Medicine Science Sports Exercise*, v. 33, p. 932-938, 2001.

MARINS, J.; GIANNICHI, R. *Avaliação & prescrição de atividade física – guia prático*. 3. ed. Rio de Janeiro: Shape, 1998.

MATSUMOTO, K.; MIZUNO, M.; MIZUNO, T.; DILLING-HANSEN, B.; LAHOZ, A.; BERTELSEN, V.; MUNSTER, H.; JORDENING, H.; HAMADA, K.; DOI, T. Effect of BCAA intake during exercise on skeletal muscle protein metabolism in young individuals. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, v. 36, p. 124, 2004. (Supplementum.)

MAUGHAN, R. J.; LEIPER, J. B. Fluid replacement requirements in soccer. *Journal of Sports Science*, v. 12, p. 29-34, 1994.

NAGATOMI, R.; TANABE, K.; SAKURAI, M.; NAKAJIMA, Y.; FUJIMOTO, T.; NAGAMATSU, T.; HAMADA, K. Supplementation of branched-chain amino acids counteracts the reduction in throwing speed of baseball pitchers. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, v. 37, p. 349, 2005. (Supplementum.)

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 & Exercise*, v. 33, p. 747-753, 2001.

SCHNEIKER, K. T.; BISHOP, D.; DAWSON, B.; HACKETT, L. P. Effects of caffeine on prolonged intermittent-sprint ability in team-sport athletes. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, v. 38, p. 578-585, 2006.

STUART, G. R.; HOPKINS, W. G.; COOK, C.; CAIRNS, S. P. Multiple effects of caffeine on simulated high-intensity team-sport performance. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, v. 37, p. 1.998-2.005, 2005.

SHI, X.; GISOLFI, C. V. Fluid and carbohydrate replacement during intermittent exercise. *Sports Medicine*, v. 25, p. 157-172, 1998.

SHIRREFFS, S. M. The optimal sports drink. *Sportmedizin und Sporttraumatologie*, v. 51, p. 25-29, 2003.

_____; ARAGON-VARGAS, L. F.; CHAMORRO, M.; MAUGHAN, R. J.; SERRATOSA, L.; ZACHWIEJA, J. J. The sweating response of elite professional soccer players to training in the heat. *International Journal Sports Medicine*, v. 26, p. 90-95, 2005.

TURLEY, K. R.; GERST, J. W. Effects of caffeine on physiological responses to exercise in young boys and girls. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, v. 38, p. 520-526, 2006.

VERSEY, N. G.; O'CONNOR, H.; BROTHERHOOD, J.; GRAHAM, K. Hydration and its assessment in athletes. *Sport Nutrition*, v. 17, p. XIV-XVII, 2006.

VIMEIRO-GOMES, A. N.; RODRIGUES, L. O. C. 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. *Revista Paulista de Educação Física*, v. 15, p. 201-211, 2001.

YEO, S. E.; ROY, L. P. G. J.; GARETH, A. W.; ASKER, E. J. Caffeine increases exogenous carbohydrate oxidation during exercise. *Journal of Applied Physiology*, v. 99, p. 844-850, 2005.

WATSON, P.; SHIRREFFS, S. M.; MAUGHAN, R. M. The effect of acute branched-chain amino acid supplementation on prolonged exercise capacity in a warm environment. *European Journal Applied Physiology*, v. 93, p. 306-314, 2004.

WEMPLE, R. D.; LAMB, D. R.; MCKEEVER, K. H. Caffeine vs caffeine-free sports drinks: effects on urine production at rest and during prolonged exercise. *International Journal of Sports and Medicine*, v. 18, p. 40-46, 1997.

Recebido: 31 maio 2007

Aprovado: 10 set. 2007

Endereço para correspondência
Ana Paula Muniz Guttierres
Av. Antônio Guimarães Peralva, 26 – Barbosa Lage
Juiz de Fora-MG
CEP 36085-170