

ANA PAULA MUNIZ GUTTIERRES

**ANÁLISE COMPARATIVA DE DUAS BEBIDAS ESPORTIVAS SOBRE
PARÂMETROS FISIOLÓGICOS E DE PERFORMANCE DE JOGADORES
DE FUTEBOL**

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

**VIÇOSA
MINAS GERAIS-BRASIL
2007**

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV

T

G985a
2007 Gutierrez, Ana Paula Muniz, 1981-
Análise comparativa de duas bebidas esportivas sobre
parâmetros fisiológicos e de performance de jogadores
de futebol / Ana Paula Muniz Gutierrez. – Viçosa, MG ,
2007.

xiv, 137f. : il. ; 29cm.

Inclui anexos.

Orientador: João Carlos Bouzas Marins.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Jogadores de futebol - Fisiologia. 2. Jogadores de
futebol - Nutrição. 3. Cafeína - Efeito fisiológicos.
4. Hidratação. 5. Aptidão física do atleta. 6. Sangue -
Exames. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 612.044

ANA PAULA MUNIZ GUTTIERRES

**ANÁLISE COMPARATIVA DE DUAS BEBIDAS ESPORTIVAS SOBRE
PARÂMETROS FISIOLÓGICOS E DE PERFORMANCE DE JOGADORES
DE FUTEBOL**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Ciência da
Nutrição, para a obtenção do título de
Magister Scientiae.

APROVADA: 04 de julho de 2007.

**Prof^a. Rita de Cássia Gonçalves Alfenas
(Co-Orientador)**

**Prof. Antônio José Natali
(Co-Orientador)**

Prof^a. Maria do Carmo Gouveia Peluzio

Prof. Maurício Gáttas Bara

**Prof. João Carlos Bouzas Marins
(Orientador)**

Dedico

*a minha avó, Maria Gomes Muniz,
a minha mãe, Margarete Gomes de Souza Muniz,
a minha tia, Maria José Muniz
ao meu namorado, Rogério Siqueira de Oliveira,
por toda atenção, compreensão, amor e carinho.*

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me dado força, calma, equilíbrio emocional e a sabedoria necessária para o cumprimento dessa longa caminhada.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e, especialmente, ao Departamento de Nutrição e Saúde representado por todos os seus professores e funcionários por terem contribuído para a qualidade de minha formação acadêmica.

Ao Departamento de Fitotecnia (UFV) por ter cooperado com o empréstimo do pHamêtro quando parecia impossível.

Ao Departamento de Educação Física (UFV) e seus funcionários (Baião, Paulo, José e outros) que foram extremamente atenciosos arrumando todo o espaço de execução da pesquisa.

Ao Laboratório de Bioquímica da Universidade Federal de Viçosa, principalmente à professora Tânia, pela realização das análises de glicemia e lactato sanguíneo.

Ao Laboratório de Antidopagem (LABDOP- LADETEC, INSTITUTO DE QUÍMICA- UFRJ), principalmente ao professor Luís Nelson, que viabilizou generosamente as análises de cafeína no plasma e na urina sem ao menos conhecer de perto o meu trabalho.

A CAPES pelo apoio financeiro que facilitou toda a execução dos meus trabalhos.

Ao Sport Club de Juiz de Fora, principalmente Sr. André e Allan Kardec que, quando tudo parecia inviável, me disponibilizaram seus atletas sem os quais não seria possível o desenvolvimento desse estudo.

Às empresas que doaram materiais necessários ao desenvolvimento da pesquisa: G Plast® (garrafas pet), Duas rodas® (corante e aroma para a bebida), M.Cassab (Mix de minerais e vitaminas, e cafeína anidrido) e Bioclin® (Kit para análise da glicemia).

À minha avó (Maria Gomes de Souza Muniz) por toda compreensão, ajuda e carinho nesses anos de mestrado quem considero minha melhor e mais sábia amiga. À minha mãe (Margarete Gomes Muniz) e minha tia (Maria José Muniz) que fizeram tudo que estavam ao alcance desde a graduação até a conclusão desse momento. Essa Vitória é nossa! Obrigada!

Ao meu namorado Rogério Siqueira de Oliveira que, sem dúvida, foi à pessoa que mais acreditou em mim, antes mesmo que eu acreditasse e que sem o seu total apoio, compreensão, amor e amizade seria verdadeiramente impossível o cumprimento dessa etapa. Obrigada por tudo, principalmente por entender a distância e os muitos não recebidos nesse tempo.

Ao prezado Orientador Professor Dr. João Carlos Bouzas Marins que acreditou em meu trabalho e mesmo antes da minha iniciação no Curso de Mestrado me oportunizou trabalhar em seu grupo de pesquisa no Laboratório de Performance Humana (LAPEH – Departamento de Educação Física-UFV). Neste período de convivência, acompanhando-o na pesquisa e na docência me ensinou, além do conhecimento científico, o verdadeiro significado da palavra “professor” que levarei comigo e tentarei aplicar em minha prática como docente. Obrigada, também, pelos conselhos e pela amizade.

Aos meus Co-orientadores Antônio José Natali, Rita de Cássia Gonçalves Alfenas e Jorge Roberto Perrou Lima por toda dedicação e atenção dispensadas por

vocês na correção de minha dissertação. Obrigada pelos conselhos e discussões que contribuíram para a conclusão com êxito deste trabalho.

Agradeço, especialmente, a Solange, secretária do Departamento de Nutrição e Saúde, que me passou sábios conselhos mesmo antes de me ingressar no mestrado. Obrigada por sempre agilizar a resolução dos meus problemas.

Ao funcionário Nivaldo “Bilico” do departamento de Tecnologia de Alimentos por sempre viabilizar o espaço e os materiais na época do desenvolvimento da bebida.

Ao bioquímico Alexandre da Divisão de Saúde (UFV) pelo empréstimo dos tubos de coleta sanguínea e agulhas.

Aos meus queridos estagiários que com muita competência, compromisso, dedicação e autonomia contribuíram para que tudo ocorresse da melhor forma possível: as nutricionistas Sabrina, Gláucia, Clarissa, Jackeline, Fábiana e Denise; aos educadores físicos, Renatinha (não só por essa ajuda, mas por toda amizade), Claudemar, Maria Celeste, Danilo, Cássio, Lawrence, Janaína, Fernanda, Alice, Rafael, Rodrigo Mancini, Igor, Kamila, Anna Paula, Ana Luísa, Felipe, Gabriel (fotografias). Agradeço especialmente, a Karol Gatti que me ajudou desde a compra das refeições dos jogadores (sabadão), chegava comigo no local da pesquisa (5:30 h) e tudo mais, obrigada pela força!

A Fabrícia e ao Sherley que sempre estavam dispostos a me arrumar material para que eu estudasse para a prova do mestrado

Às colegas de mestrado (Paula, Angélica, Eliane, Tatiana, Fabrícia, Frederico...) por todos os encontros no laboratório às 6:00 h durante a disciplina da Jô (NUT 630), pelos encontros até meia noite para acabarmos o relatório e por todos os ratos que cuidamos durante a disciplina da prof. Neuza (NUT 621)!

A minha amiga Juliana que conseguiu resistir aos momentos de minha ausência.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para esse dia!

OBRIGADA!

BIOGRAFIA

ANA PAULA MUNIZ GUTTIERRES filha de Sérgio Guttierres Moraes e Margarete Gomes Muniz, natural de Juiz de Fora, Estado de Minas Gerais, nasceu em 07 de Janeiro de 1981.

Em Março de 2001, iniciou o curso de Graduação em Educação Física na Universidade Federal de Juiz de Fora, onde foi bolsista de iniciação científica por 2 anos e participou de projetos de extensão pelo mesmo período.

Em janeiro de 2005, graduou-se em Educação Física. Em Março ingressou como estudante não vinculado no Mestrado em Ciência da Nutrição e em Agosto iniciou como aluna regular do programa.

Em maio de 2006 obteve o título de Especialista em Fisiologia do Exercício e Treinamento Desportivo pelo Centro Universitário de Volta Redonda – UNIFOA.

Em 04 de julho de 2007, submeteu-se ao exame final de defesa de tese para a obtenção do título de *Magister Scientiae*.

SUMÁRIO

RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
Referências Bibliográficas.....	3
OBJETIVO GERAL.....	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
ARTIGO DE REVISÃO: Balanço hídrico em jogadores de futebol: proposta de estratégias de hidratação durante prática esportiva.....	7
Resumo.....	8
Abstract.....	9
Introdução.....	10
Hipohidratação pré-jogo.....	12
Perda de fluidos no futebol.....	13
Reposição de fluidos, energética e eletrólitos.....	17
Reposição de Fluidos.....	17
Reposição energética.....	23
Reposição eletrolítica.....	25
Outros recursos ergogênicos.....	26
As oportunidades de hidratação dentro da dinâmica do jogo.....	26
Recomendações Práticas.....	27
Antes dos jogos e treinos.....	28
Durante os jogos e treinos.....	29
Após os jogos e treinos.....	30
Conclusão.....	31

Referências bibliográficas.....	33
Artigo: Efeito de bebida esportiva cafeinada sobre o estado de hidratação de jogadores de futebol brasileiros.....	39
Resumo.....	40
Abstract.....	42
Introdução.....	44
Materiais e métodos.....	46
Resultados.....	53
Discussão.....	58
Conclusão.....	67
Referências bibliográficas.....	68
Artigo: Efeitos metabólicos de uma bebida esportiva cafeinada consumida durante uma partida de futebol.....	74
Resumo.....	75
Abstract.....	77
Introdução.....	79
Materiais e métodos.....	81
Resultados.....	88
Discussão.....	94
Conclusão.....	102
Referências bibliográficas.....	104

Artigo: Efeito ergogênico de uma bebida esportiva cafeinada sobre o estado de fadiga em testes de habilidades específicas do futebol.....	110
Resumo.....	111
Abstract.....	112
Introdução.....	113
Materiais e métodos.....	115
Resultados.....	121
Discussão.....	123
Conclusão.....	128
Referências bibliográficas.....	129
Conclusões gerais.....	134
Anexos.....	136

RESUMO

GUTTIERRES, Ana Paula Muniz, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2007. **Análise comparativa de duas bebidas esportivas sobre o estado de hidratação e performance de jogadores de futebol.** Orientador: João Carlos Bouzas Marins. Co-Orientadores: Antônio José Natali, Rita de Cássia Gonçalves Alfenas e Jorge Roberto Perrout Lima.

O objetivo do presente estudo foi comparar o efeito do consumo da bebida esportiva cafeinada (BEC) frente a uma bebida carboidratada comercial (BCC) sobre o estado de hidratação, parâmetros metabólicos e performance em testes físico-motores de habilidades específicas de jogadores de futebol. Dezoito atletas participaram de duas partidas: em uma, ingeriram BEC (250 mg.l⁻¹ de cafeína) e em outra, consumiram BCC. Antes e após cada jogo os atletas executavam os testes físico-motores (*Illinois Agility Run*, salto vertical -*Sargent Jump*). Vinte minutos antes da partida, os atletas consumiram 5 ml.kg⁻¹ de peso corporal (PC) e 3 ml.kg⁻¹ de PC de bebida nos tempos 0, 15, 30 e 45 minutos de cada tempo de jogo. Foram coletadas amostras de sangue para a análise de glicose (GLC), lactato (LAC), cafeína plasmática (CP), potássio (K⁺), ácidos graxos livres (AGL). Amostras de urina foram coletadas para as análises da cafeína urinária (CU) e densidade da urina (DU). Frequência cardíaca (FC) e índice de percepção subjetiva do esforço (IPE) foram registrados a cada 5 minutos da partida. Os resultados mostraram que os tratamentos diferiram significativamente em relação ao estado de hidratação. BEC promoveu maior percentual de perda de PC, grau de desidratação, desidratação relativa, desidratação absoluta e maior taxa de sudorese (TS). Não houve diferença estatística na DU e na quantidade de urina produzida durante o jogo. BEC resultou em uma reposição de fluidos significativamente menor (75,0± 13,3%) em relação à BCC (82,5 ± 13,7%). BEC proporcionou valores superiores e estatisticamente significantes em

relação à BCC nas variáveis GLC e LAC. A concentração de K^+ diminuiu significativamente nas duas bebidas do início para o final do jogo (ambas $p < 0,01$). Contudo, BEC não diferiu significativamente de BCC antes e após o jogo ($p = 0,99$; $p = 0,47$, respectivamente). A concentração de AGL não foi estatisticamente diferente entre os grupos no início ($p=0,08$) e no final ($p = 0,49$) das partidas. BEC promoveu aumento significativo nos valores de CP e CU durante a partida. A FC diferiu significativamente durante o jogo com a ingestão das bebidas. No entanto, BEC promoveu maior valor de FC. . O consumo de BEC ($p < 0,01$) aumentou significativamente a altura atingida no salto em comparação a BCC ($p = 0,02$). Comparando a ingestão das duas bebidas, ambas não foram capazes de melhorar o desempenho para a execução do teste de agilidade ($p = 0,95$). Conclui-se que BEC promoveu maior impacto sobre o balanço hídrico dos jogadores do que BCC devido, provavelmente, à promoção de maior TS. BEC promoveu aumento de GLC, LAC, CP, CU e FC e por outro lado, não exerceu efeitos positivos sobre AGL, K^+ e IPE. BEC promoveu efeito ergogênico para jogadores de futebol aumentando a potência dos membros inferiores, porém, não teve influência na agilidade. Desta forma, o consumo de BEC é recomendado visto que, fisiologicamente, não causou efeitos adversos sobre o estado de hidratação e foi capaz de aumentar a disponibilidade de GLC e a potência de membros inferiores de jogadores de futebol.

ABSTRACT

GUTTIERRES, Ana Paula Muniz, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July 2007. **Comparative analysis of the effect of two sports drinks in soccer players' hydration balance and performance.** Adviser: João Carlos Bouzas Marins. Co- Advisers: Antônio José Natali, Rita de Cássia Gonçalves Alfenas and Jorge Roberto Perrou Lima.

The purpose of this study was to compare the effect of the consumption of a caffeinated sports drink (CSD) and of an advertising carbohydrate drink (ACD) on soccer players' hydration balance, metabolic parameters, and soccer player's performance in physico-motor skill tests. Eighteen athletes participated in two games: in one, they ingested CSD (250 mg.l⁻¹ of caffeine), and in the other they consumed ACD. Before and after each match the athletes were submitted to physico-motor tests (*Illinois Agility Run*, vertical jump -*Sargent Jump*). Twenty minutes before the match, the athletes consumed 5 ml.kg⁻¹ body weight (BW) and 3 ml.kg⁻¹ BW of drink 0, 15, 30 and 45 minutes of game. Blood samples were collected for glucose (GLC), lactate (LAC), caffeine plasma levels (CPL), potassium (K⁺) and free fatty acids (FFA) analysis. Urine samples were collected for the caffeine urine (CU) and urine density (UD) analysis. Heart rate (HR) and rate perception effort (RPE) were registered every 5 minutes of game. The results indicated that the treatments differed significantly in terms of the hydration balance. As CSD caused higher BW lost percentage, dehydration degree, relative dehydration, absolute dehydration and higher perspiration rate (PR). There was no statistical difference in UD and in the volume of urine produced during the match. CSD lead to a lower fluid replenishment (75,0± 13,3%) than ACD (82,5 ± 13,7%). GLC and LAC were significantly higher in CSD than in ACD. K⁺ concentration at the end of the game decreased significantly after the ingestion of both types of drinks ($p < 0,01$) compared to the beginning at the

match. However, there was no significant difference between CSD and ACD in K^+ concentration before and after the game ($p = 0,99$; $p = 0,47$, respectively). FFA concentration was not significantly different between in groups at the beginning ($p=0,08$) and at the end ($p = 0,49$) of the matches. CSD lead to a significant increase in CPL and CU values during the match. CF differed significantly during the match with the ingestion of both drinks; CSD lead to higher CF compared to ACD. There was no significant difference in EPI during the game between the tested drinks. CSD significantly increased the height reached in the jump comparing that observed before its consumption and in comparison with ACD ($p < 0,01$ e $p = 0,02$), respectively. Neither CSD nor ACD were not able to improve the performance in the agility test ($p = 0,95$). In conclusion, CSD lead to a greater impact on the soccer players' hydration balance than ACD probably because it resulted in a higher PR. CSD lead to increased GLC, LAC, CPL, CU and CF. On the other hand, CSD did not affect FFA, K^+ , and EPI. CSD caused an ergogenic effect on the soccer player lower member power, however, it had no effect on the players' agility. Therefore, the consumption of CSD is recommended, since it did not cause significant physiological effects on the hydration balance and was capable at increasing GLC availability and the power of the lower members of the soccer players.

INTRODUÇÃO GERAL

A principal proposta de uma bebida esportiva é repor os fluidos corporais perdidos no suor e fornecer substrato energético, representado normalmente pelos carboidratos (SHI; GISOLFI, 1998). Outros ingredientes, como a cafeína, vêm sendo propostos visando obter efeitos ergogênicos, pois alguns autores apontaram benefícios da adição de cafeína em bebidas esportivas carboidratadas no desempenho esportivo (KOVACS *et al.*, 1998; YEO *et al.*, 2005).

Entretanto, a ação da cafeína sobre os parâmetros de hidratação 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 (MCARDLE *et al.*, 2003). Contudo, alguns autores não confirmam a ocorrência deste efeito durante o exercício (WEMPLE *et al.*, 1997). O entendimento do real efeito da cafeína sobre a desidratação é importante, visto que jogadores de futebol apresentam, frequentemente, um balanço hídrico negativo ao final dos treinos e partidas. Desta forma, um elemento que possa aumentar a perda hídrica provocaria uma ação negativa, devendo assim ser evitado.

Alguns estudos mostraram os efeitos da cafeína sobre os parâmetros metabólicos durante o exercício como o aumento da glicemia (KOVACS *et al.*, 1998; GRAHAM *et al.*, 1998; GRAHAM *et al.*, 2000; BELL; MCLELLAN, 2002), da concentração plasmática de lactato (KOVACS *et al.*, 1998; GRAHAM *et al.*, 1998; GRAHAM *et al.*, 2000; LAURENT *et al.*, 2000; BELL; MCLELLAN, 2002) e de ácidos graxos livres (CHESLEY *et al.*, 1998; GRAHAM *et al.*, 2000, Laurent, *et al.*, 2000). Já o potássio, geralmente, sofre uma diminuição com a ingestão de cafeína (GRAHAM *et al.*, 2000).

Este conjunto de alterações pode produzir importantes modificações na bioenergética do atleta durante o desempenho físico.

Estudos mostraram o potencial ergogênico da cafeína em provas de longa duração (COX *et al.*, 2002; BELL; MCLELLAN, 2002, TURLEY; GERST, 2006) e na execução de habilidades específicas em atletas de esportes coletivos, e também identificaram que esse composto foi capaz de aumentar o tempo de exercício, o pico de potência, a capacidade de executar *sprints* (SCHNEIKER *et al.*, 2006), condução de bola e a acurácia dos passes (STUART *et al.*, 2005) aspectos esses que podem ser decisivos para o sucesso esportivo em uma partida de futebol.

Atualmente, não existem no mercado nacional bebidas cafeinadas destinadas para o consumo durante a prática de exercícios físicos. A ingestão das bebidas energéticas cafeinadas existentes não são aconselhadas durante o exercício. Primeiramente, porque a concentração de carboidrato é muito alta, cerca de 11,2 % (bebida hipertônica), e isto dificulta o esvaziamento gástrico diminuindo, assim, a disponibilidade de fluidos para a re-hidratação durante a atividade. Além disso, a presença de gás atrapalha o processo de absorção. Desta forma, a novidade do produto está na adição de cafeína em uma bebida com características de repositor hidroeletrólítico e não energética.

O Comitê Olímpico Internacional (COI) tirou a cafeína da lista de substâncias controladas sendo seu uso permitido durante as competições oficiais. Assim, devido essa maior liberdade em relação ao consumo da cafeína, torna-se necessário ampliar o conhecimento sobre seus efeitos no balanço hídrico, metabolismo e performance, principalmente, em uma modalidade como o futebol que apresenta uma bioenergética variável durante o jogo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELL D.G.; MCLELLAN, T. M. (2002). Exercise Endurance 1, 3, and 6 Hours After Caffeine Ingestion in Caffeine Users and Non-users. *Journal of Applied Physiology*, 93, 1227-34.

CHESLEY, A., R.A., HOWLETT, HEIGENHAUSER, G.J.F., HULTMAN, E, SPRIET, L.L. (1998). Regulation of muscle glycogenolytic flux during intense aerobic exercise after caffeine ingestion. *American Journal Physiology 275 (Regulatory Integrative Comp. Physiol.)*, 44, R596–R603.

GRAHAM, T. E., HIBBERT, E., SATHASIVAM, P. (1998). Metabolic and exercise endurance effects of coffee and caffeine ingestion. *Journal Applied Physiology*, 85(3), 883–89.

GRAHAM, T.E., HELGE, J.W., MACLEAN, D.A., KIENS, B., ROICHTER, E.A. (2000). Caffeine ingestion does not alter carbohydrate or fat metabolism in human skeletal muscle during exercise. *Journal Physiology*, 529,837-47.

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

LAURENT, D.; SCHNEIDER, K.E.; PRUSACZYK, W.K.; FRANKLIN,C.; SUZANNE, V.M.; PETERSEN, K.F.; et al. (2000). Effects of Caffeine on Muscle Glycogen Utilization and the Neuroendocrine Axis during Exercise. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 85 (6), 2170-5.

MCARDLE W, KATCH F, KATCH V. Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano. 4ª ed. Rio de Janeiro: **Guanabara Koogan**; 2003.

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

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

STUART, G. R., HOPKINS, W. G., COOK, C., CAIRNS, S. P. (2005) Multiple Effects of Caffeine on Simulated High-Intensity Team-Sport Performance. *Medicine and Science in Sports & Exercise* **37**, 1998-2005.

TURLEY, K. R., AND GERST, J.W. (2006) Effects of Caffeine on Physiological Responses to Exercise in Young Boys and Girls. *Medicine and Science in Sports & Exercise* **38**, 520-526.

YEO, S. E., ROY L. P. G. J.; GARETH A. W.; ASKER E. J. (2005). Caffeine increases exogenous carbohydrate oxidation during exercise. *Journal of Applied Physiology* **99**, 844-50.

WEMPLE R.D., LAMB, D.R., MCKEEVER, K.H. (1997) Caffeine vs caffeine-free sports drinks: effects on urine production at rest and during prolonged exercise. *International Journal of Sports and Medicine* **18**, 40-6.

OBJETIVO GERAL

Comparar os efeitos da bebida esportiva cafeinada frente uma bebida carboidratada comercial sobre os parâmetros fisiológicos e de performance de jogadores de futebol.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar o efeito do consumo da bebida esportiva cafeinada (BEC) frente à bebida carboidratada comercial (BCC) sobre o balanço hídrico de jogadores de futebol;
- Comparar os efeitos das duas bebidas sobre parâmetros séricos (glicemia, concentração de lactato, potássio e cafeína) e urinários (densidade urinária e concentração de cafeína);
- Verificar o efeito da BEC sobre a frequência cardíaca e o índice de percepção do esforço;
- Comparar o efeito da BEC frente à BCC sobre a performance de jogadores durante a execução de testes físicos-motores de habilidades específicas do futebol.

**Artigo de revisão: BALANÇO HÍDRICO EM JOGADORES DE FUTEBOL:
PROPOSTA DE ESTRATÉGIAS DE HIDRATAÇÃO DURANTE A PRÁTICA
ESPORTIVA**

Ana Paula Muniz Guttierres¹, Jorge Roberto Perroux Lima², Antônio José Natali³, Rita
de Cássia Gonçalves Alfenas⁴, João Carlos Bouzas Marins⁵

^{1,4}Departamento de Nutrição e Saúde, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde,
Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, Brasil.

²Faculdade de Educação Física e Desportos da Universidade Federal de Juiz de Fora.
Juiz de Fora, MG. Brasil.

^{3,5}Departamento de Educação Física, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde,
Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, Brasil.

Correspondência para/*Correspondence to*: A.P.M. GUTTIERRES. Av. Antonio
Guimarães Peralva, 26. Barbos aLage. Juiz de Fora. MG. CEP.: 36085-170.

E-mail: paulagutti@yahoo.com.br.

Telefone de contato: (32) 9118-6420

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi revisar a literatura sobre os principais fatores que influenciam o balanço dos fluidos corporais de jogadores de futebol e propor estratégias de hidratação para antes, durante e depois da execução dos jogos e/ou treinamento. Devido às altas taxas de sudorese, os jogadores de futebol frequentemente apresentam um balanço hídrico negativo ao final dos treinos e partidas. A perda hídrica é influenciada pela dinâmica do jogo, posição do atleta na equipe, condicionamento físico, nível da competição, condições climáticas e estratégias de reposição hídrica adotada. Medidas que considerem as especificidades do esporte e a individualidade dos atletas são necessárias, a fim de evitar ou minimizar os efeitos negativos da desidratação sobre o desempenho físico. A utilização de planos de hidratação baseados em bebidas esportivas parece ser efetiva para a reposição dos fluidos corporais e promover maiores ganhos de performance, quando comparado ao consumo de água, especialmente em atividades com mais de uma hora de duração. Considerando a alta carga física imposta aos jogadores de futebol durante competições e treinos, é importante que se tenha conhecimento sobre os fatores que influenciam a homeostase hídrica desses atletas, visto a adoção de estratégias adequadas de hidratação parece ter papel decisivo para o sucesso esportivo.

Descritores: hidratação, desidratação, sudorese, performance humana.

ABSTRACT

The purpose of the present study was to review the main factors that influence soccer players' body fluids balance and to suggest hydration strategies to be applied before, during and after matches and/or trainings. Due to the high sweating rate, soccer players frequently exhibit a negative body fluid balance at the end of training sessions and matches. Total fluid loss is affected by the dynamics of the game, player position, physical conditioning, level of competition, weather conditions, and the adopted fluid replenishing strategies. Measures to be taken should take into consideration the specificities of the sport and athletes are necessary, in order to prevent or to minimize the negative effects of dehydration on physical performance. Hydration strategies based on the use of sports drinks seem to be effective to replenish body fluids and to increase performance, compared to water consumption especially in those activities lasting over one hour. Considering the high physical load imposed to the players during competitions and trainings it is very important to know the factors that influence these athletes hydration homeostasis, since adequate hydration strategies appear to be critical for the success in sports.

Keywords: Hydration, dehydration, sweating, human being performance.

INTRODUÇÃO

O Brasil conta hoje com cerca de onze mil jogadores de futebol federados, 800 clubes de futebol e mais de dois mil atletas atuando em todo o mundo. São mais de treze mil times amadores participando de jogos organizados, trinta milhões de praticantes e mais de 300 estádios, com mais de cinco milhões de lugares¹.

Segundo uma análise de vários esportes coletivos, como o futebol, os jogos são caracterizados por um alto grau de variabilidade da taxa de trabalho intra e interindividual entre os jogadores do mesmo esporte, o que se deve ao nível da competição, posicionamento do atleta no campo, estilo e perfil antropométrico do jogador. Os atletas de esportes coletivos, como os jogadores de futebol, são menos capazes de antecipar as perdas de suor em relação a atletas que participam de eventos longos e contínuos e de moderada intensidade. Isso é explicado pelo fato de cada partida ser, literalmente, um “novo jogo“. Assim, mesmo sob condições ambientais padronizadas, os jogadores podem experimentar diferentes taxas de suor jogo a jogo². Durante a partida, os jogadores não se hidratam adequadamente. Tal fato é comprovado pela grande perda hídrica apresentada pelos atletas ao final da partida, a qual pode variar entre 1,15%³ e 3,38%⁴ da massa corporal.

O estresse provocado pelo clima quente reduz a capacidade de realizar trabalho em todos os níveis de desidratação⁵. Condições atmosféricas adversas relacionadas ao calor são frequentemente observadas em partidas de futebol no Brasil, tornando, assim, a questão da hidratação uma ação importante para a manutenção de um nível de rendimento físico ideal.

Sabe-se que a desidratação representada por 2% de perda do peso corporal prejudica a performance. Caso a desidratação aumente para 5%, a capacidade de produzir trabalho diminui em 30%⁶. Algumas situações comuns parecem prejudicar a manutenção de um estado satisfatório de hidratação, como a realização de competições em ambientes quentes⁷, mais de uma sessão de treinamento executada no mesmo dia⁸, falta de disponibilidade de fluidos durante os eventos esportivos, circunstâncias da competição ou a ocorrência de combinações desses fatores^{8,9}. As próprias características do jogo devem ser consideradas^{10,11}, pois podem ser determinantes para uma maior ou menor perda hídrica.

O futebol é caracterizado por ser uma atividade intermitente de alta intensidade^{12, 13}, consistindo de períodos relativamente longos de atividade de baixa intensidade, interceptada por exercícios de alta intensidade (sprints), que são frequentes durante essa prática esportiva^{11, 14}. Todos esses fatores colaboram para a diminuição da disponibilidade dos fluidos ingeridos, devido à menor taxa de esvaziamento gástrico¹³.

Geralmente, o consumo de líquidos durante a partida de futebol, ocorre apenas antes e no intervalo do jogo¹¹. De acordo com as regras, no futebol não existem paradas formais que permitam aos jogadores a ingestão de fluidos. Assim, a possibilidade de reposição hídrica torna-se algo ocasional durante o jogo (batidas de pênaltis, faltas, lesões, infração às regras, substituições e outros). Além disso, muitos jogadores de futebol já iniciam a partida hipo-hidratados³.

Diante do quadro apresentado, este estudo teve como objetivo revisar a literatura sobre os principais fatores que influenciam o balanço dos fluidos corporais de jogadores de futebol e propor estratégias de hidratação para antes, durante e depois de jogos e/ou treinamentos.

HIPOHIDRATAÇÃO PRÉ-JOGO

O posicionamento do National Athletic Trainers` Association¹⁵ sobre reposição de fluidos preconiza que os atletas devem iniciar todas as sessões de treinamento bem hidratados. Contudo, GUERRA¹⁴, em seu estudo com militares fisicamente ativos, os quais foram submetidos a diferentes protocolos de hidratação durante jogos de futebol, observou valores de densidade urinária pré-jogo acima de 1,021 em todos os participantes de sua pesquisa. Isso significa que esses indivíduos já começaram a partida com uma significativa hipohidratação, visto que o valor de densidade urinária máximo que representa um nível de boa hidratação é até 1,020¹⁵. Essa desidratação pré-jogo pode ter comprometido o desempenho esportivo desses jogadores.

No estudo de Maughan et al.³ com jogadores de futebol de elite do Reino Unido, treinando em clima frio (5°C e 81% UR), verificou-se que 1/3 dos avaliados apresentaram valores da osmolalidade da urina de 900 mosmol/kg, aproximadamente, caracterizando um estado de hipohidratação antes do treino. Considerando que não houve associação entre a osmolalidade da urina pré-jogo e o volume total de fluidos ingeridos, pode-se inferir que indivíduos que começam o exercício com maior grau de hipohidratação não buscaram compensar essa situação com uma maior ingestão de líquidos.

Alguns autores⁵ afirmam que perda de fluido igual 1-2% do peso corporal, em relação ao pré-exercício pode não ser bem tolerada para atletas que iniciam o exercício em estado hipohidratado. Além disso, este nível de desidratação afeta negativamente a performance do atleta. Uma vez que esse percentual de desidratação é comumente encontrado em jogadores de futebol após a partida e que estes podem iniciar o jogo

hipohidratados, torna-se necessário a adoção de estratégias de hidratação pré-jogo, a fim de minimizar a desidratação promovida por essa modalidade. Um atleta que inicia um treinamento ou jogo totalmente restaurado em sua homeostase hídrica tende a manter um nível de performance mais adequado em comparação a um jogador que já inicie desidratado.

É importante considerar que a hipohidratação parece potencializar os efeitos do estresse térmico e prejudicar severamente a capacidade dos indivíduos tolerarem o exercício¹⁶. Além do mais, deve-se ter cuidado com o estado de hipohidratação, por este ser considerado um fator de predisposição para a ocorrência de lesões ocasionadas pelo calor, principalmente quando o exercício prolongado é executado em ambientes quentes¹⁷.

PERDA DE FLUIDOS NO FUTEBOL

A perda de fluidos durante uma partida de futebol é de difícil previsão, pois durante o jogo as taxas de trabalho são variáveis, as condições climáticas podem ser extremas e fatores táticos e motivacionais estão envolvidos¹⁸. Partidas de futebol são executadas sob condições climáticas que variam de 5 a 32°C e de 20 a 81% de umidade relativa do ar (UR)³, as quais podem ocasionar perdas de fluidos totais que podem variar de $1.690 \pm 450 \text{ ml}^3$ a $4.448 \pm 1216 \text{ ml}^4$. A ingestão de fluidos total pode variar de 423 a 1401 ml³. Vários autores estudam o balanço dos fluidos corporais em jogadores de futebol durante a partida e sessões de treino sob condições ambientais variadas (Tabela 1).

Tabela 1. Análise do balanço dos fluidos corporais de jogadores e futebol em condições climáticas variadas.

Autores	Temperatura (°C)	UR%	N	Taxa de suor (ml)	Ingestão de fluidos (ml)	Desidratação (%)	Perda de Na (mmol l ⁻¹)	Perda de Sal(g)
Kirkendall (1993) ¹⁹	19	55	M	1310	1135	0,5	-	-
	30	35	30F	1160 ± 430	570 ± 290	0,9± 0,5	-	-
	26	78	10F	1505 ± 435	810 ± 310	1,2 ± 0,9	-	-
	25	41	80M	1555 ± 510	670 ± 425	1,2 ± 0,7	-	-
	9	61	46M	1095 ± 425	435 ± 350	0,8 ± 0,5	-	-
Broad et al. (1996) ⁹	25	41	46M	1935 ± 620	825 ± 525	1,4 ± 0,9	-	-
	10	56	13M	1585 ± 585	530 ± 235	1,4 ± 0,7	-	-
Shirreffs et al. (2005) ²⁰	32	20	26M	2193	971± 365ml	1,59,± 0,61	30	3,8*
Maughan et al. (in press) ++	27	55	24M	2033	972	1,37	49	5,7
Maughan;Shirreffs (in press) ++	28	56	20M	2221	1401	1,15	44	5,7
Maughan; Shirreffs (in press)++	25	60	24M	1827	834	1,22	44	4,7
Maughan et al.(2005) ³	5	81	17M	1690	423	1,62	43	4,3
Aragon et al. (2005) ⁴	34.9	35.4	18M	4448 ±1216	1948 ± 954	3,38 ± 1,11	-	-

Os dados estão apresentados na forma de média. (*) A análise da composição do suor foi feita em somente 7 dos 26 jogadores do time. (++) Dados expostos no artigo de Maughan et al. (2005). Os trabalhos relatam a perda hídrica em partidas e sessões de treinamento. Abreviações: M= Masculino, F= Feminino, Na = Sódio.

Os resultados do estudo de Maughan et al.³ sobre a perda hídrica em ambiente frio indicaram que não houve correlação estatisticamente significativa entre a ingestão de fluidos e a taxa de sudorese ($p=0,665$ e $r^2=0,013$). Isso pode ser explicado pelo fato de que, apesar da taxa de suor perdida por jogadores que treinam em clima frio (total de $1.690 \text{ ml} \pm 450$) ser semelhante à de jogadores submetidos a treinos em clima quente, o estímulo à ingestão de líquidos em clima frio pode ser inferior (média de $423 \pm 215 \text{ ml}$), supostamente devido à baixa sensação de sede ou à própria relutância dos jogadores em ingerir bebidas frias em ambiente frio. Isso contribuiu para uma perda de peso de $1,62 \pm 0,55\%$, mesmo sob um ameno estresse térmico.

Mustafa e Mahmoud²¹ estudaram o mesmo time de futebol em condições ambientais variadas. Em clima frio (13°C e 7% de umidade relativa do ar), a média da taxa de sudorese nos jogos foi de 850 ml. Já em clima quente ($26-33^\circ \text{C}$ e 40-78% de umidade), a taxa aumentou para 2,6 litros.

Essa variação de perda hídrica aponta para a alta variabilidade de produção de suor a que um atleta está submetido em jogos com climatologias totalmente distintas. Shepard (1999)²² preconiza que, quando a temperatura ambiental estiver acima de 28°C , o jogo deverá ser remarcado para outro dia. Contudo, isso nunca é respeitado no Brasil, onde é comum jogos serem realizados com temperaturas superiores a 35°C ¹⁴.

Al-Jaser e Hasan²³ avaliaram o efeito de um ambiente quente ($45,4 \pm 2^\circ \text{C}$ e umidade relativa $23,6 \pm 4\%$) na mudança do peso corporal de jogadores de futebol

de elite do Kuwait (N=10). As medidas foram realizadas ao início e ao final do primeiro e do segundo tempo de jogo. Houve redução significativa na mudança do peso corporal do primeiro para o segundo tempo ($P < 0,05$). A perda de suor média ao final do jogo foi de $3,1 \pm 1,4$ L. Os autores sugeriram que técnicos e jogadores devem ter cuidados especiais, sugerindo consumir água extra antes das sessões de treinamento e partidas. Entretanto, Noakes²⁴ considera errônea a ingestão de líquidos “o quanto tolerar”, pois podem causar hiponatremia em determinadas condições, defendendo, então, uma ingestão *ad libitum*, ou seja, respeitando o estímulo da sede. Considerando o tempo total de uma partida de futebol e um possível quadro de hiponatremia por excesso de consumo de água, a ingestão de bebidas carboidratadas representa uma estratégia interessante a ser analisada. Tendo em vista as escassas oportunidades de ingestão de fluidos durante a partida e a dinâmica do jogo de futebol, pode ser que os momentos possíveis de ingestão de fluidos não coincidam com o momento no qual o jogador sentiu sede. Assim, uma adequada ingestão de fluido pré-jogo pode ser uma alternativa para evitar a desidratação.

Herrera e Roja²⁵ constataram que indivíduos que atingiram um déficit de 1,78% de desidratação após realizar exercício em bicicleta ergométrica tiveram o comprometimento das funções cognitivas em provas de velocidade de reação, percepção visual e memória auditiva. Assim, a adoção de estratégias eficazes de hidratação são importantes, visto que os esportes coletivos, como o futebol, são caracterizados por alto nível de habilidade e alto grau de controle motor, tornando importante a integridade das funções cognitivas para que o atleta atinja um rendimento satisfatório, que atenda às mudanças táticas que ocorrem durante o jogo²⁶.

REPOSIÇÃO DE FLUIDOS, ENERGETICA E ELETRÓLITOS

Reposição de Fluidos

Muitos estudos^{11, 14, 20, 27, 28, 29} demonstraram o que ocorre com o estado de hidratação e a performance quando o jogador de futebol não ingere fluidos algum durante a prática esportiva e quando ele é submetido ao consumo de somente água ou somente bebida carboidratada.

Guerra¹⁴ submeteu militares fisicamente ativos a três procedimentos de distintos, sendo que duas horas antes de todas as partidas de futebol eles ingeriam 500 ml de água. O primeiro procedimento consistia da ingestão de 150 ml de bebida hidroeletrólítica (CHO + eletrólitos) a cada 15 minutos de jogo. Em uma segunda partida os indivíduos se hidratavam com água flavorizada (placebo), com a mesma frequência de ingestão do primeiro procedimento. Na terceira situação, os jogadores não se hidrataram (controle). Durante o intervalo, em todos os jogos foi padronizada a ingestão de 300 ml de água. Considerando-se as três situações, a perda de peso corporal e percentual de desidratação foram, respectivamente, de 1,72 kg e 2,31% (CHO + eletrólitos), 1,63 kg e 2,24% (placebo) e 2,25 kg e 3,14% (controle). A performance (tempo de corrida e número de sprints) na situação CHO+ eletrólitos, placebo e controle teve queda no segundo tempo de jogo de 11,32%, 11,85% e 24,88%, respectivamente. A taxa de suor observada nas partidas foi de 1,84 L/h (CHO + eletrólitos), 1,75 L/h (placebo), 1,72 L/h (controle). Conclui-se que a pré-hidratação não foi suficiente para evitar uma significativa perda hídrica e que o protocolo de hidratação preconizado pelo American College Sports Medicine

(ACSM) não foi efetivo para evitar a desidratação. Contudo, verificou-se que uma ingestão regular de fluidos minimiza a perda de peso corporal em relação à situação controle, além de minimizar a queda de performance. Os fluidos consumidos (CHO + eletrólitos ou placebo) apresentaram a mesma efetividade tanto na reposição de fluidos como na performance.

Já Ostojic e Mazic²⁷ avaliaram os efeitos de uma bebida esportiva (7% de carboidratos) em comparação a um plano de hidratação composto por água sobre testes de habilidades específicas do futebol (potência, coordenação e drible), que foram realizados após uma partida de 90 minutos de duração. Os atletas que consumiram bebida carboidratada (7% de carboidratos) foram mais velozes na execução do teste específico de drible ($12,9 \pm 0,4$ segundos vs $13,6 \pm 0,5$ segundos) e apresentaram precisão em relação ao grupo placebo ($17,2 \pm 4,8$ vs $15,1 \pm 5,2$). De acordo com os resultados obtidos pelos autores, o consumo de bebidas carboidratadas em comparação a ingestão de água pode prevenir a perda de performance nas habilidades específicas do futebol

Shirreffs et al.²⁰ realizaram um estudo no qual os dados foram coletados na segunda sessão de treinamento do dia, em que a temperatura era cerca de 32 °C e a umidade relativa do ar de 20%. Durante o jogo, os atletas tiveram livre acesso à bebida carboidratada ou água, de acordo com a preferência de cada jogador. A taxa de suor foi de 2193 ± 365 ml durante o treino, e a ingestão de fluidos, de 971 ± 335 ml. Os jogadores ingeriram maiores quantidades de fluidos quando optaram por bebida carboidratada, possivelmente pela maior palatabilidade proporcionada por esta bebida, favorecendo uma maior ingestão em relação a um plano de hidratação

constituído por água^{2, 18} e diminuindo, assim, os riscos de uma hipo-hidratação induzida pelo exercício físico.

Já Guerra et al.¹¹ realizaram um estudo com jogadores de futebol, com o objetivo de verificar os efeitos da ingestão de uma bebida esportiva (a cada 15 minutos, 300 ml com 6% de carboidratos), em relação ao consumo de água sobre a performance, durante uma partida de 75 minutos de duração. Durante o intervalo, a ingestão ocorreu de forma *ad libitum*. Os atletas que consumiram solução carboidratada apresentaram menores valores de frequência cardíaca e de temperatura corporal, menor perda de massa corporal, bem como executaram na primeira parte do jogo maior número de sprints em relação aos atletas que ingeriram água. Contudo, essa diferença não foi estatisticamente significativa.

Welsh et al. (2002)²⁸ verificaram o efeito da ingestão de bebida carboidratada (CHO) em comparação à água flavorizada na performance física e mental (*MS-test*: teste para verificar a mudança de humor; e *Stroop Color-Word Test* –SCWT: teste para verificar a rapidez de raciocínio para leitura e distinção de cores) de 10 atletas de futebol e basquetebol que executaram exercícios intermitentes presentes em diversas modalidades esportivas (caminhada, trote, saltos, sprints). A ingestão de CHO aumentou em 37% o tempo de corrida até a fadiga. Os testes de habilidades motoras mostraram que CHO melhorou a performance, principalmente nos estágios em que foi detectado mau humor e fadiga nos atletas, apesar de não ter apresentado diferença estatisticamente significativa entre o placebo e CHO no SCWT. Assim, foi sugerido que a ingestão de CHO pode ter papel benéfico sobre a manutenção da performance física e mental de jogadores de futebol, principalmente em momentos nos quais começam a se instalar os sintomas da fadiga.

Já Clarke, et al.²⁹ submeteram jogadores de futebol (N=12) a 3 protocolos distintos. Em duas situações, tais jogadores consumiram 7 ml.kg⁻¹ de peso corporal de solução eletrolítica carboidratada ou placebo (PLA), nos tempos 0 e 45 minutos de jogo. Na terceira situação os atletas consumiram a mesma quantidade de solução eletrolítica carboidratada, porém, em intervalos menores (0, 15, 30, 45, 60, 75 minutos). A potência de sprint não foi afetada (P>0,05) pelos 3 protocolos. Assim, parece que para a prevenção da desidratação e a obtenção de desempenho físico adequado, mais importante que “qual bebida consumir?” ou “qual o intervalo de ingestão?”, é consumir fluidos, independentemente se é bebida carboidratada, placebo, ou água. Os resultados desse estudo, juntamente com os de Guerra¹⁴, apontam a necessidade de realização de mais pesquisas que busquem elucidar o real papel das bebidas esportivas carboidratadas, visto que existem sérias limitações para extrapolar os dados obtidos em uma situação laboratorial para uma situação real de jogo.

Pelos dados apresentados, parece que bebidas carboidratadas promovem mais benefícios à performance do que a não hidratação ou o consumo de água. Desta forma, a seleção de uma bebida para a reposição de fluidos durante o exercício intermitente, característica do futebol, deve possuir a osmolalidade entre 250 e 370 mOsmol/kg³⁰, conter vários monossacarídeos, especificamente, glicose e frutose^{15,30}. O teor de frutose presente deve ser limitada a 2-3% por causa dos efeitos negativos associados ao desconforto intestinal¹⁵. A bebida deve conter ainda sacarose ou outro dissacarídeo, polímero de glicose (maltodextrina) em uma concentração total de carboidratos limitada em 5-7%²⁸. No entanto, a maioria dos efeitos benéficos proporcionados pelo consumo dessas bebidas e a quantidade ótima de ingestão são

altamente dependentes da individualidade de cada atleta³¹ e da especificidade de cada esporte¹⁵.

A ingestão de bebida esportiva carboidratada durante o exercício tem sido realizada com o objetivo de prover carboidratos como combustível, a fim de suplementar as limitadas reservas corporais de glicogênio e, também, repor água e eletrólitos perdidos via sudorese. O aumento da quantidade de carboidratos da bebida aumenta a quantidade de substrato energético disponível, mas tende a diminuir a taxa disponibilidade de água para o corpo. No entanto, o oferecimento adequado de água ao atleta deve ter prioridade durante o exercício³².

Uma efetiva reposição de fluidos é determinada pela taxa de esvaziamento gástrico da bebida consumida, que é influenciada por fatores como concentração de CHO e eletrólitos da bebida e intensidade do exercício. Para verificar o efeito da intensidade do exercício sobre o esvaziamento gástrico, Leiper et al.¹³ compararam o esvaziamento gástrico de certa bebida carboidratada durante a caminhada (VO_2 médio de $13 \pm 8\%$), como durante uma partida de futebol indoor (VO_2 médio de $63 \pm 20\%$). Os participantes do estudo ingeriram 500 ml da bebida imediatamente antes das provas. Constatou-se que a taxa média de esvaziamento gástrico no futebol foi menor em comparação à caminhada. Esses autores concluíram que a própria característica de esforço intermitente do futebol limita o esvaziamento gástrico. Assim, a escolha de uma bebida que maximize o esvaziamento gástrico durante a partida de futebol é importante, visto que este pode limitar a disponibilidade dos fluidos consumidos, contribuindo para que ocorra desidratação.

Bebidas carboidratadas parecem apresentar efeitos superiores a um plano de reposição de fluidos composto de água, visto que elas oferecem energia exógena, poupando glicogênio muscular e hepático, podendo, com isso, aumentar a performance^{11, 31,33}. A ingestão de repositores hidroeletrolíticos pode atenuar a depleção de carboidratos, a elevação da temperatura corporal e, a perda de volume plasmático, retardando, assim, a fadiga³¹.

Os resultados de vários estudos^{11, 14, 20, 27, 28, 29} mostraram os benefícios proporcionados pelo consumo de fluidos por jogadores de futebol, principalmente bebidas carboidratadas. A ingestão desse tipo de bebida, por esses atletas tem sido relacionada com o aumento da velocidade da corrida, otimizando a execução de habilidades específicas como o drible, aumento da precisão dos movimento²⁷, promovendo a execução de maior número de sprints e maior tempo de corrida¹⁴ em relação àqueles jogadores que ingerem água. Além desse efeito direto sobre a performance, bebidas carboidratadas podem influenciar indiretamente o desempenho, visto que podem estimular maior ingestão devido à agradável palatabilidade²⁰, diminuindo a possibilidade de instalação dos sintomas da desidratação.

Diante das evidências científicas apresentadas, parece que a ingestão de bebida carboidratada é capaz de promover maiores benefícios do que a ingestão exclusiva de água. No entanto, o maior benefício para a otimização da performance se encontra na ingestão de água e/ou bebida carboidratada, em relação à privação do consumo de líquidos.

Reposição Energética

Tendo em vista a carga fisiológica de uma partida de futebol, para que um atleta tenha condições de manter o seu nível máximo de performance durante todo o jogo é necessário hidratar-se e repor suas reservas de energia. Ferreira e Marins (2004)³⁴, investigando o nível de conhecimento sobre procedimentos de hidratação de atletas de futebol, da categoria Júnior, puderam observar que 100% dos atletas entrevistados consomem água antes, durante e depois da prática esportiva, mas o consumo de bebida esportiva foi restrito apenas ao momento pós-exercício para 45,1% dos entrevistados. Contudo, o consumo de bebidas carboidratadas pode ser uma solução interessante, também, para os momentos pré-competitivos e competitivos, sendo possível ser associada ao consumo de água, barras energéticas ou gel. Brouns (2005)³⁵ preconiza que 10g de carboidratos (CHO) por quilo de peso corporal por dia suprem a necessidade total dos atletas submetidos a exercícios de alta intensidade e que 2 a 4 horas antes da competição tais atletas devem ingerir de 120 a 240 g de CHO. Durante a competição, deve-se consumir $60 \text{ g}\cdot\text{h}^{-1}$ de CHO, visto que a velocidade média de metabolização dos CHO é de $1\text{g}\cdot\text{h}^{-1}$, e após a execução do exercício, com o objetivo de restaurar o glicogênio muscular (GM), ingerir $25 \text{ g}\cdot\text{h}^{-1}$ ou 50 g a cada 2 horas. Parece que uma ingestão superior à citada não resulta em uma maior ressíntese das reservas corporais de glicogênio.

As bebidas esportivas fornecem combustível energético em situações de depleção dos estoques de glicogênio muscular e hepático durante uma partida^{2, 18}, além de aumentar a capacidade de desempenho em relação ao tempo máximo de exercício³⁶. O glicogênio muscular tem papel-chave nas partidas de futebol, uma vez

que é o substrato predominantemente utilizado e pode se esgotar precocemente devido às pequenas reservas corporais (300-500 g)³⁷. Desta forma, é necessário que sejam estabelecidas estratégias nutricionais que visem uma menor depleção ou /e uma rápida recuperação dessas reservas³⁷. A ingestão de bebidas carboidratadas é uma estratégia capaz de fornecer energia exógena, podendo, com isso, poupar as reservas corporais de glicogênio.

O nível de mobilização de GM durante uma partida de futebol como relatado por Krstrup et al. (2006)³⁸, demonstraram claramente a participação dos CHO na bioenergética desta modalidade. Esses autores avaliaram, por biopsia muscular, 31 jogadores de futebol dinamarqueses da primeira divisão e foi possível perceber que o GM diminuiu significativamente durante a partida, pois apresentaram valores iniciais de $449 \pm 23 \text{ mmol.kg}^{-1}$ chegando no final a $255 \pm 22 \text{ mmol.kg}^{-1}$. Foi observado também, que 47,7% das fibras musculares apresentaram-se totalmente ou quase em sua totalidade esvaziadas de GM. Níveis críticos de GM estão relacionados à fadiga muscular, que no caso do futebol, pode estar associada a maior frequência de erros nos fundamentos como, por exemplo, passe, domínio, chute.

Assim, a ingestão adequada de CHO antes, durante e após o exercício pode contribuir para retardar o aparecimento dos sintomas da fadiga, que coincidem com a depleção do GM. O GM, que pode ser garantida pela ingestão de bebidas carboidratadas, é substrato energético indispensável para ser utilizado durante a prática física de esportes com características intermitentes como o futebol.

Reposição Eletrolítica

A bebida consumida durante o exercício deve possuir algumas características volume, concentração de carboidratos e temperatura apropriadas, e sabor agradável. Esta bebida deve conter também, uma pequena quantidade de sódio, que pode contribuir para o aumento da palatabilidade, favorecendo a retenção hídrica, o estímulo da sede e a prevenção de hiponatremia em indivíduos susceptíveis.

A concentração de sódio deve ser de 0,3 a 0,7 g/l em bebidas esportiva¹⁵. Jogadores de futebol tendem a perder sódio em uma concentração de 30²⁰ a 49³ mmol/L de suor durante o exercício, sendo correspondente a uma perda de sal que pode variar de 3,8 a 5,7 g.

A hiponatremia é observada quando há grande ingestão de líquidos hipotônicos ou grandes perdas de sódio no suor⁴⁰. A perda de eletrólitos no suor depende da quantidade total de suor produzido e da concentração de eletrólitos no suor. A perda de sódio no suor depende da predisposição genética, dieta, taxa de suor e estado de aclimação. Apesar das glândulas sudoríparas reabsorverem sódio e cloreto, essa capacidade não aumenta proporcionalmente ao aumento da taxa de sudorese⁴⁰, sendo importante o consumo de bebidas que contenham sódio em sua formulação para que ocorra adequada reposição.

Já o potássio é o eletrólito mais abundante intracelularmente, podendo ser importante no processo de reidratação, em função de sua propriedade de reter fluidos no espaço intracelular. Uma concentração de potássio de 78 a 195 mg.l⁻¹ em bebidas esportivas pode ser adequada para a otimização da reidratação intracelular⁴¹. Shirreffs et al.²⁰ registraram a taxa de potássio no suor de jogadores de futebol

equivalente a $3,58 \pm 0,56$ mmol/l, correspondendo a uma perda média total de 8 ± 2 mmol. Contudo, mais investigações são necessárias para afirmar a importância da inclusão de potássio em bebidas esportivas³¹. A concentração de sódio e potássio geralmente encontrada em 100 ml de repositor hidroeletrolítico é de 10 – 45 e de 10 – 65 mg, respectivamente⁴².

Outros Recursos Ergogênicos

Uma série de novos elementos vem sendo proposta para ser adicionada às bebidas esportivas carboidratadas oferecidas aos atletas durante treinos e competições, tais como: aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA)^{43,44,45}, glicerol^{46,47} e cafeína^{48,49,50}. Contudo, recomenda-se o desenvolvimento de mais estudos para que se estabeleça um melhor embasamento científico sobre os possíveis efeitos ergogênicos e ergolíticos da adição desses compostos em bebidas esportivas.

AS OPORTUNIDADES DE HIDRATAÇÃO DENTRO DA DINÂMICA DO JOGO

As oportunidades para o atleta se hidratar são determinadas pela dinâmica do jogo, como número de paradas formais e informais. A ingestão de fluidos durante a partida de futebol ocorre basicamente no intervalo entre os tempos de jogo ou durante uma falta, ocorrência de lesões, substituições e outros. O aumento da frequência de paradas formais e um menor tempo de jogo entre as paradas

aumentam, potencialmente, a manutenção do balanço de fluidos durante as competições. Isso ocorre devido à redução do tempo que o indivíduo sustenta a atividade, além do aumento do número de situações propícias à hidratação. Por outro lado, regras oficiais podem restringir a ingestão de fluido somente às paradas formais, como no futebol, em que é permitida a ingestão apenas após o decorrer do primeiro tempo de jogo ².

Normalmente, atletas desidratam voluntariamente durante suas práticas esportivas, conseguindo repor apenas 50% dos fluidos perdidos. Esse índice pode ser mais baixo quando a acessibilidade e a palatabilidade dos fluidos são reduzidas, ou quando as taxas de suor são excessivas, cerca de 2 L.h^{-1} ⁵. Para que o acesso ao fluido seja otimizado, é necessário que cada jogador possua uma garrafa individualizada que permita o controle de ingestão. Em jogos oficiais não é permitido levar bebidas para dentro do campo, sendo necessário que elas se encontrem perto do local de jogo. Assim, é necessário que técnicos, preparadores físicos e jogadores fiquem atentos para que o processo de hidratação seja otimizado, buscando aproveitar as oportunidades de ingerir fluidos que se apresentam durante a partida.

RECOMENDAÇÕES PRÁTICAS

No futebol, as oportunidades de ingestão de fluidos são escassas. Jogadores, preparadores físicos e técnicos devem ser conscientizados quanto à importância da hidratação adequada. Estratégias devem ser elaboradas com o objetivo de minimizar a carga de calor imposta pelo meio ambiente, uniformes e equipamentos. As

sugestões de hidratação que serão apresentadas devem ser adaptadas a cada jogador, considerando toda a situação esportiva como única, buscando com isso minimizar o estado de hipo-hidratação induzida pelo exercício. Foram selecionadas recomendações de sociedades científicas nacionais como a Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte⁵² e internacionais como American College Sports Medicine (ACSM)⁴⁰ e o National Athletic Trainers` Association¹⁵, além algumas oriundas de alguns estudos já conduzidos nesta área proporcionando, assim, a elaboração destas recomendações específicas para o futebol, tanto para situações de treinamento, como de competição.

Antes dos jogos e treinos

- A pesagem do jogador antes do aquecimento é fundamental para auxiliar no cálculo da carga térmica durante o exercício e para estabelecer a estratégia de recuperação da homeostase hídrica após o término da atividade.
- Os atletas devem iniciar as partidas eu-hidratados¹⁵, principalmente em ambiente de temperatura e umidade elevada. Assim, devem consumir 5 a 7 ml.kg⁻¹ de peso corporal (PC) de líquidos⁴⁰, de forma lenta, ao longo das quatro horas que antecedem o jogo.
- Imediatamente quando iniciar o aquecimento, entre 20 e 15 minutos que antecedem uma partida, consumir 3 ml.kg⁻¹ de PC de bebidas carboidratadas pode ser benéfico¹⁵.
- Prontamente antes de entrar em campo para o início da partida, é mais recomendável o consumo de bebidas carboidratadas com uma concentração entre 5 e 7% ou 50 a 70 g.l⁻¹ de carboidratos⁵¹.

- Consumir bebida que contenha de 20 a 50 mEq.l⁻¹ de sódio, ou pequenas quantidades de sódio isolado ou misturado às refeições para aumentar a retenção hídrica⁴⁰.
- Controlar o estado de hidratação pela coloração e volume urinário. A urina deve ser clara. A presença de urina de coloração amarela escura e concentrada pode ser um sinal de desidratação. Nesse caso, o atleta ingerir 3 a 5 ml.kg⁻¹ do PC, 2 horas antes da atividade⁴⁰.
- Se o atleta apresentar desidratação superior a 2% de seu peso corporal, sugere-se que em caso de treino este tenha uma menor duração e em caso de partida, que esse jogador participe por um curto período ou, até mesmo, não se exercite enquanto não recuperar o balanço dos fluidos corporais.

Durante os jogos e treinos

- Distribuir garrafas contendo líquidos em intervalos de 10 m em volta do campo. Para facilitar o consumo, colocar pelo menos cinco garrafas atrás da meta defendida pelo goleiro, com bebida carboidratada e/ou água.
- Ao longo do primeiro tempo, consumir preferencialmente bebida carboidratada aproveitando ao máximo as oportunidades que aparecerem dentro das condições táticas da partida e sob o confinamento imposto pelas regras do jogo¹⁵. Imediatamente ao término do primeiro tempo, consumir 3 ml.kg⁻¹ de PC de bebida carboidratada.
- Antes do retorno ao campo, consumir 3 ml.kg⁻¹ de PC (bebida carboidratada e/ ou água).

- Durante o segundo tempo de jogo, repetir o procedimento realizado no decorrer do primeiro tempo.
- Em treinamento, realizar interrupções regulares a cada 15 e 20 minutos para que os atletas possam se hidratar.
- Molhar a pele, principalmente a cabeça, devido à facilitação da evaporação que contribui para o controle da temperatura corporal.
- Usar uniformes de cor clara, para facilitar a perda de calor para o meio ambiente.
- Não utilizar duas camisas em dias com climatologia caracterizada por alto estresse térmico.

Após os jogos e treinos

- Imediatamente após o término do jogo, consumir pelo menos 3 ml.Kg⁻¹ de PC.
- Pesar novamente, para verificar a diferença entre o peso inicial e o peso final. Estabelecer uma reposição hídrica respeitando a proporção de 1/1 até 1/1,5 de líquidos⁵². Para exemplificar, um atleta pesou-se antes da partida e foi-lhe conferido um peso corporal de 70 kg. Após a partida seu peso caiu para 69 kg. Nota-se que o atleta perdeu 1 kg; para uma correta reposição hídrica, ele deve ingerir de 1 a 1,5 L de líquidos ao longo do restante do dia.
- Consumir bebidas carboidratadas, frutas, refrescos e caldo de cana, com a finalidade de reabastecer as reservas de glicogênio corporal. O cálculo de

reposição energética de forma geral é de 25 g.h^{-1} de CHO (não esquecer de considerar 25 g de CHO para cada hora de sono).

➤ Um plano de hidratação ótimo para ser executado durante o jogo deve objetivar a reposição de 80% das perdas dos fluidos corporais, embora esta estratégia não seja prática e possível de ser realizada por indivíduos com uma taxa de sudorese superior a $1,5 \text{ litros.h}^{-1}$ ². Durante as sessões de treino, principalmente, é importante fornecer garrafas individuais aos jogadores, de preferência nomeadas, para possibilitar um acesso individual e contínuo ao fluido, proporcionando, assim, um feedback sobre o volume consumido por cada atleta^{2,15}. Esta estratégia, junto ao controle ponderal antes e após o treino, permite estabelecer a perda hídrica de cada jogador de forma precisa.

Em várias ocasiões, as sessões de treinamento no futebol são executadas em um intervalo inferior a 24 horas; a re-hidratação pós-treino/jogo deve ser intensa². Todas as estratégias de hidratação devem, primeiramente, ser aplicadas no treino, para posterior aplicação durante o jogo.

CONCLUSÃO

Dos fatores que influenciam o balanço dos fluidos corporais de jogadores de futebol destacam-se a inadequada reposição dos fluidos corporais perdidos durante a execução do exercício, as oportunidades para o consumo de líquidos, que além de escassas, não são adequadamente aproveitadas, as regras e as especificidades fisiológicas do jogo de futebol.

Esses atletas devem executar uma efetiva hidratação pré-jogo e ingerir fluidos sempre que paradas ocasionais ocorrem durante a partida (substituições, faltas, lesões e outros). Os atletas devem conhecer seu balanço hídrico corporal sob variadas condições ambientais. O consumo de bebidas carboidratadas durante o jogo pode ser superior ao consumo de água, por proporcionar fluidos, combustível energético e eletrólitos. A re-hidratação pós-jogo é uma importante parte da recuperação e requer uma estratégia efetiva, principalmente quando as sessões de treinos e partidas são realizadas em um curto intervalo de tempo e sob um grande estresse térmico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Confederação Brasileira de Futebol. [on line]. Disponível em [2006 mai 09].
2. Burke LM, Hawley J.A. Fluid balance in team sports: Guidelines for optimal practices. **Sports Med** 1998; 4:38-54.
3. Maughan RJ, Shirreffes SM, Merson SJ, Horswill CA. Fluid and electrolyte balance in elite male football (soccer) players in cool environment. **J Sports Sci** 2005; 23:73-9.
4. Aragon-Vargas LF, Moncada-Jiménez J, Solera AJ, Quesada HJ, Barrenechea A, Monge M. Thermoregulation and fluid balance during professional soccer competition in the heat. **Med Sci Sports Exerc**; 2005, 37(5):S29.
5. Sawka MN, Montain SJ. Fluid and electrolyte supplementation for exercise heat stress. **Am J Nutr** 2000; 72:564-72.
6. Kirkendall DT. Effects of nutrition on performance in soccer. **Med Sci Sports Exerc** 1993; 25: 1370-4.
7. Maughan RJ, Leiper JB, Shirreffes SM. Rehydration and recovery after exercise. **Sport Science Exchange** [periodico on line] 1996; 62 (9) n° 3. Disponível em [2005 ago 22]
8. American College Sports Medicine. Position stand on exercise and fluid replacement. **Med Sci Sports Exerc**; 2007; 377-389.

9. Broad EM, Burke LM, Cox GR, Heeley P, Riley M. Body weight changes and voluntary fluid intake during training and competition sessions in team sports. **Int J Sports Med** 1996; 3: 307-20.
10. Aragon-Vargas LF. Hidratação no futebol. In: Barros TL, Guerra I, organizadores. *Ciência do futebol*. 1 ed. Barueri: Ed. Manole; 2004. p. 85-99.
11. Guerra I, Chaves R, Barros TL, Tirapegui J. The influence of fluid ingestion on performance of soccer players during a match. **J Sports Sci Med** 2004; 3:198-202.
12. Reilly T, Bangsbo J, Franks A. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. **J Sports Sci** 2000; 18:669-83.
13. Leiper JB, Prentice AS, Wrightson C, Maughan RJ. Gastric emptying of a carbohydrate- electrolyte drink during a soccer match. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33 (11):1932-38.
14. Guerra I. Efeito de diferentes estratégias de reposição de líquidos e de carboidratos no desempenho de jogadores de futebol. [Tese de Doutorado-Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas]. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo; 2004.
15. Casa DJ, Armstrong LE, Hillman SK, Mointain SJ, Reiff RF, Rich BSE, et al. National Athletic Trainers` Association Position Statement: fluid replacement for athletes. **Journal of Athletic Training** 2000; 35 (2): 212-24.
16. Cheung SS, Mclellan TM, Tenaglia S. The thermophysiology of uncompensable heat stress. **Sports Med** 2000; 29(5):329-59.
17. Coyle EF. Fluid and fuel intake during exercise. **J Sport Sci** 2004; 22:39-55.

18. Maughan RJ, Leiper JB. Fluid replacement requirements in soccer. **J Sport Sci** 1994; 12: S29-S34.
19. Kirkendall DT. Effects of nutrition on performance in soccer. **Med Sci Sports Exerc** 1993; 25: 1370-4
20. Shirreffs SM, Aragon-Vargas LF, Chamorro M, Maughan RJ, Serratos L, Zachwieja JJ. The sweating response of elite professional soccer players to training in the heat. **Int J Sports Med** 2005; 26:90-95.
21. Mustafa KY, Mahmoud NEA. Evaporative water loss in African Soccer players. **J sports Med** 1979; 19: 181-3.
22. Shepard RJ. Biology and medicine of soccer: an update. **J Sport Sci** 199; 17:757-786.
23. Al-Jaser TA, Hasan AA. Fluid loss and body composition of elite Kuwaiti soccer players during a soccer match. **J Sports Med Phys Fitness** 2006;46(2):281-5.
24. Noakes T. Fluid Replacement during Marathon Running. **Clin J Sport Med** 2003;13:309–318.
25. Herrera AS, Rojas WS. Efectos de la deshidratación y la rehidratación sobre los procesos cognitivos de velocidad de reacción, memoria auditiva y percepción visual. **Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud** 2001; 1(1):1-10.
26. Burke LM. Fluid balance during team sports. **J Sport Sci** 1997; 15:287-295.
27. Ostojic SM, Mazic S. Effects of a carbohydrate-electrolyte drink on specific soccer tests and performance. **J Sport Sci Med** 2002;1:47-53.

28. Welsh R S, Davis JM, Burke JR, William HG. Carbohydrates and physical/mental performance during intermittent exercise to fatigue. **Med Sci Sports Exerc** 2002; 34(4):723-731
29. Clarke ND, Drust B, Maclaren DP, Reilly T. Strategies for hydration and energy provision during soccer-specific exercise. **Int J Sport Nutr Exerc Metab.** 2005; 15 (6):625-40.
30. Shi X, Gisolfi CV. Fluid and carbohydrate replacement during intermittent exercise. **Sports Med** 1998; 25 (3):157-72.
31. Shirreffs SM. The optimal sports drink. **Sportmedizin und Sporttraumatologie** 2003; 51(1): 25–29.
32. Maughan RJ, Noakes TD. Fluid replacement and exercise stress. **Sports Med** 1991; 12 (1):16-31.
33. Maughan RJ, LeiperJB. Fluid replacement requirements in soccer. **J Sport Sci** 1994; 12: S29-S34.
34. Ferreira FG, Marins JCB. Consumo de isotônico e nível de conhecimento de hidratação dos atletas de futebol júnior. In: II Fórum Brasileiro de Educação Física e Ciência do Esporte. Viçosa. Anais. p.578.2004.
35. Brouns F. Nutrição para os desportos. In: BROUNS F,organizador. Da teoria à prática. 2ªed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan:2005.p.110-120.
36. Marins JCB. Estúdio Comparativo de diferentes procedimientos de hidratación durante um ejercicio de larga duration. [Tese de Doutorado- Programa de Pós-Graduação em Biologia].Murcia (Espanha) Universidad de Murcia; 2000.

37. Ayestarán EG. Fútbol: bases fisiológicas, evaluación y prescripción del entrenamiento. **Cuadernos Técnicos de Deporte** 2002; 13:16-57.
38. Krstrup P, Mohr M, Steensberg A, Bencke J, Kjier M, Bangsbo J. Muscle and Blood Metabolites during a Soccer Game: Implications for Sprint Performance. **Med Sci Sports Exerc** 2006; 38 (6): 1165-1174.
39. Hoff J, Helgerud J. Endurance and Strength Training for Soccer Players: Physiological Considerations. **Sports Med** 2004; 34 (3): 165-180.
40. American College Sports Medicine. Position Stand on exercise and fluid replacement. **Med Sci Sports Exerc** 2007; 37:377-390.
41. Cunningham JJ. Is potassium needed in sports drinks for fluids replacement during exercise? **Int J Nutr** 1997; 7:154.
42. Aoki MS. Fisiologia, treinamento e nutrição aplicados ao futebol. In: AOKI MS, organizador. Carboidratos. 1^a ed. Jundiaí: Ed. Fontoura; 2002. p. 97-111.
43. Watson P, Shirreffs SM, Maughan RM. The effect of acute branched-chain amino acid supplementation on prolonged exercise capacity in a warm environment. **Eur J Appl Physiol** 2004; 93, 306–314.
44. 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. **Med Sci Sports Exerc** 2005; 37, S349.
45. 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. . **Med Sci Sports Exerc** 2004; 36, S124.

46.Hitchins S, Martin DT, Burke L, Yates K, Fallon K, Hahn A, Dobson GP. Glycerol hyperhydration improves cycle time trial performance in hot humid conditions. **Eur J Appl Physiol** 1999; 80, 494-501.

47.Kavouras SA, Armstrong LE, Maresh CM, Casa DJ, Herrerra-Soto, JA., Scheett TP, Stoppani J, Mack GW, Kraemer WJ. Rehydration with glycerol: endocrine, cardiovascular and Thermoregulatory responses during exercise in the heat. **Appl Physiol** 2005; 100, 442-450.

48. Kovacs EMR, Jos SHCH, Brouns F. Effect of caffeinated drinks on substrate metabolism,caffeine excretion, and performance. **J Appl Physiol** 1998; 85, 709–715.

49. Yeo SE, Roy LPGJ, Gareth AW, Asker EJ. Caffeine increases exogenous carbohydrate oxidation during exercise. **J Appl Physiol** 2005; 99, 844–50.

50. Turley KR, Gerst JW. Effects of Caffeine on Physiological Responses to Exercise in Young Boys and Girls. **Med Sci Sports Exerc** 2006; 38, 520-526.

51. Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte: Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. **Rev Bras Med Esporte** 2003; 9 (2), 1-13.

52. Shirreffs SM, Taylor AJ, Leiper JB, Maughan RJ. Post-exercise rehydration in man: effects of volume consumed and drink sodium content. **Med Sci Sports Exerc** 1996; 28(10):1260-71.

**Artigo: EFEITO DE BEBIDA ESPORTIVA CAFEINADA SOBRE O
ESTADO DE HIDRATAÇÃO DE JOGADORES DE FUTEBOL
BRASILEIROS.**

Ana Paula Muniz Guttierres¹, Karolina Gatti², Jorge Roberto Perrou Lima³, Antônio José Natali⁴, Rita de Cássia Gonçalves Alfenas⁵, João Carlos Bouzas Marins⁶

^{1,2,5}Departamento de Nutrição e Saúde, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde,
Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, Brasil.

³Faculdade de Educação Física e Desportos da Universidade Federal de Juiz de
Fora. Juiz de Fora, MG. Brasil.

^{4,6}Departamento de Educação Física, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde,
Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, Brasil.

Correspondência para/*Correspondence to*: A.P.M. GUTTIERRES. Av. Antônio
Guimarães Peralva, 26. Barbosa Lage. Juiz de Fora. MG. CEP.: 36085-170.

E-mail: paulagutti@yahoo.com.br.

Telefone de contato: (32) 9118-6420

RESUMO

O objetivo deste estudo foi comparar o efeito do consumo da bebida esportiva cafeinada (BEC) frente à bebida carboidratada comercial (BCC) sobre o balanço hídrico de jogadores de futebol durante a partida. Foram registrados o peso corporal (PC), volume total de urina antes e depois da partida, o percentual de perda de peso, o grau de desidratação, a desidratação relativa e absoluta e a taxa de suor (TS). A densidade da urina (DU) foi registrada no início e final da partida e a frequência cardíaca (FC) e o índice de percepção do esforço (IPE) em intervalos de 5 minutos. Os atletas participaram de duas partidas: em uma, ingeriram BEC e em outra, consumiram BCC. Foram consumidos 5 ml.kg^{-1} de PC 20 minutos antes da partida e 3 ml.kg^{-1} de PC nos tempos 0, 15, 30 e 45 minutos de cada tempo de jogo. Os tratamentos diferiram significativamente. BEC promoveu maior percentual de perda de PC, grau de desidratação, desidratação relativa, desidratação absoluta e maior TS. Não houve diferença estatística na quantidade de urina produzida durante o jogo. Pelos valores de DU, os indivíduos se encontravam moderadamente desidratados antes e após o jogo. A ingestão de BEC resultou na reposição de fluidos significativamente menor ($75,0 \pm 13,3\%$) que em BCC ($82,5 \pm 13,7\%$). A FC diferiu significativamente durante o jogo com a ingestão das bebidas; BEC promoveu maior valor de FC. Apesar do IPE ter aumentado significativamente ao final do jogo, não foi obtida diferença significativa durante o jogo entre os grupos que ingeriram as bebidas. Os atletas iniciaram as partidas hipohidratados. BEC promoveu maior impacto sobre o balanço hídrico dos jogadores do que BCC devido, provavelmente,

à promoção de maior TS. Contudo, as duas bebidas não causaram efeitos fisiológicos significantes sobre o estado de hidratação.

Palavras-chave: Sudorese, desidratação, cafeína, performance humana.

ABSTRACT

The purpose of this study was to compare the effect of the consumption of a caffeinated sports drink (CSD) and of an advertising carbohydrate drink (ACD) on soccer players' hydration balance during soccer matches. Body weight (BW), total urine volume eliminated before and after the game, body weight loss percentage, degree of hydration, relative and absolute dehydration, and the perspiration rate (PR) were assessed. The urine density (UD) was recorded on the beginning and on the end of the game. The heart rate (HR) and the rate perception exertion (RPE) were recorded in each 5 minutes interval. The athletes played two matches: in one they ingested CSD, and in the other, they consumed ACD. A total of 5 ml.kg^{-1} of BW was consumed 20 minutes before the match started, and 3 ml.kg^{-1} of BW at 0, 15, 30 e 45 minutes after the beginning of the game. Study treatments differed significantly; CSD led the highest body weight loss percentage, dehydration degree, relative dehydration, absolute dehydration, and PR produced. There was no statistical difference in the amount of urine eliminated during the game. According to the UD, the athletes were moderately dehydrated before and after the game. CSD ingestion led to significantly higher fluid replenishment ($74,98 \pm 13,28\%$) than ACD consumption ($82,4 \pm 13,7\%$). The CF differed significantly during the game after the ingestion of both types of drinks; CSD resulted in higher CF value. Despite the significant increase in EPI at the end of the game, there was no significant difference during the game between the two test drinks. The athletes presented low level of hydration at the beginning of the games. CSD caused the greater impact on

the soccer players' hydration balance than ACD, probably as a result of a higher PR. However, the two test drinks did not cause physiological significant effect in the hydration level.

Keywords: Sweating, dehydration, caffeine, human performance.

INTRODUÇÃO

A principal proposta de uma bebida esportiva é repor os fluidos corporais perdidos no suor e fornecer substrato energético, representado normalmente pelos carboidratos (Shi e Gisolfi, 1998). Uma vez ingerida, a rehidratação é dependente da velocidade do esvaziamento gástrico e da absorção intestinal (Leiper et al., 2001). Uma bebida esportiva deve possuir algumas características tais como: volume e concentração de carboidratos apropriados, 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 mais freqüentemente conduzidas envolvendo a participação de atletas que praticam esportes cíclicos, em comparação aos esportes acíclicos, como por exemplo, o futebol. Esta condição é decorrente, provavelmente, pelas características dos esportes acíclicos que dificultam o controle das condições experimentais devido às diferentes condições táticas e técnicas que esses esportes estão submetidos. Essas variáveis são de difícil controle e podem limitar a interpretação dos dados e criar algumas dificuldades metodológicas.

A bebida ideal para a reposição de fluidos durante o exercício intermitente, como o futebol, deve possuir osmolalidade entre 250 e 370 mOsmol/Kg (Shi e Gisolfi, 1998), conter vários monossacarídeos, especificamente, glicose e frutose (Shi e Gisolfi, 1998; Casa, et al., 2000), sendo a última limitada a 2-3%, já que concentrações maiores podem causar desconforto intestinal (Casa, et al., 2000). Além disso, esta deve conter sacarose ou outro dissacarídeo e polímero de glicose

(maltodextrina), numa concentração máxima de carboidratos equivalente a 5-7 % (Shi e Gisolfi, 1998).

Bebidas esportivas carboidratadas podem poupar o glicogênio muscular e hepático podendo, com isto, contribuir para o aumento de performance (Maughan e Leiper, 1994; Shi e Gisolfi, 1998; Guerra, et al., 2004). Tais bebidas podem atenuar a depleção de carboidratos, a elevação da temperatura corporal, a perda de volume plasmático e, assim, retardar o aparecimento dos sintomas de fadiga (Shirreffs, 2003). Esses benefícios são importantes 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 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 vêm sendo propostos para serem adicionados às bebidas oferecidas aos atletas tais como: aminoácidos de cadeia ramificada (Watson et al., 2004; Nagatomi et al., 2005; Matsumoto et al., 2006), glicerol (Hitchins et al., 1999; Kavouras *et al.*, 2005) e cafeína (Kovacs et al., 1998; Yeo et al., 2005; Turley & Gerst, 2006).

Vários estudos apontaram para um possível benefício de compostos como antioxidantes (Hartmann, et al., 1995; Schröder, et al., 2000; Margaritis et al., 2003; Mastaloudis et al., 2004; Senturk, et al., 2005) e da cafeína (Cox et al., 2002; Bell E McLellan, 2002; Stuart, et al., 2005; Schneiker, et al., 2006) no desempenho esportivo.

Especificamente sobre a cafeína, seu potencial ergogênico foi demonstrado em provas de longa duração (Cox et al., 2002; Bell & Mclellan, 2002, Turley & Gerst, 2006) e também na execução de habilidades específicas de esportes coletivos (Stuart et al., 2005; Schneiker et al., 2006). A utilização de cafeína pelos atletas 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, alguns autores não confirmam a ocorrência deste efeito durante o exercício (Wemple et al., 1997).

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

Assim, o objetivo desse trabalho foi comparar o efeito do consumo da bebida esportiva cafeinada (BEC) frente a bebida carboidratada comercial (BCC) sobre o balanço hídrico de jogadores de futebol durante a uma situação semelhante a de jogo seguindo o protocolo de hidratação programado.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostra

A amostra foi constituída por 18 jogadores de futebol da categoria Junior que participam regularmente de competições da Federação Mineira de Futebol em Minas gerais (Brasil). Habitualmente, a frequência de treinamento desses atletas correspondia a 4 sessões semanais com duração de 4 horas por sessão. Além disso,

os atletas participavam de 1 a 2 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, Brasil, respeitando todos os procedimentos bioéticos propostos pela resolução do governo brasileiro supervisionado pelo Conselho Nacional de Saúde (nº 196/96).

O estudo ocorreu na Universidade Federal de Viçosa, na cidade de Viçosa (altitude de 648,74 m), 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 max.) utilizando-se o protocolo de Cooper de 2400 m (Marins e Giannichi, 1998). As características físicas dos avaliados estão expressas na Tabela 1.

Em uma segunda, foi aplicado o registro alimentar de 3 dias (2 dias correspondia ao meio de semana e 1 final de semana) para verificar o padrão de uso da cafeína, dos atletas: 13 atletas não eram usuários de cafeína (< 50 mg/dia de cafeína) (Chesley, et al. 1998), 5 eram usuários moderados (50 a 200 mg/dia) e 2 atletas eram consumidores regulares de cafeína (acima de 200 mg/dia) (Chesley, et al. 1998).

Em uma terceira etapa, foram realizadas as partidas de futebol, que ocorreram com um intervalo médio de 48 horas entre elas. O campo no qual foram realizadas tais partidas era de grama natural, com dimensões consideradas oficiais de 98,60 m de comprimento por 67,60 de largura. As partidas foram realizadas das 11:00 às 13:00 horas.

Tabela 1- Características físicas dos avaliados.

Variáveis	Média (\pm SD)	Variação
Idade (anos)	16,1 \pm 0,7	15 - 17
Peso (kg)	66,6 \pm 6,1	55,9 - 79
Altura (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 2400 m de Cooper (Marins e Giannichi, 1998).

Desenho experimental

Trata-se de um estudo duplo cego, em cross-over, no qual os atletas participaram de duas partidas de futebol em dois dias distintos ingerindo em cada situação a bebida esportiva cafeinada (BEC) ou comercial (7% de carboidratos) (BCC). 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 5 ml.Kg⁻¹ de peso corporal (PC) de fluidos e 3 ml.Kg⁻¹ PC 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 5 ml.kg⁻¹ de peso corporal (PC) e 8 com 3 ml.kg⁻¹ de PC) 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 no PC. Assim, o jogador que ingeriu menor e maior quantidades de cafeína foi, respectivamente, 6,9 e 7,6 mg.kg⁻¹ de PC o que correspondeu a uma ingestão média de 7,3 \pm 0,1 mg.kg de PC. 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 bebida esportiva cafeinada desenvolvida (BEC) e outra bebida carboidratada comercializada no mercado nacional (BCC). A composição da BEC para cada litro foi 7% de carboidratos, 3,3 g de mix de microelementos e cafeína (sódio, cálcio, potássio, selênio, cloreto, fósforo, vitaminas C e E e 250 mg cafeína; M.Cassab®, referência UFV 4228) e 4g de ácido cítrico. A BCC continha alguns microelementos extra aos apresentados por BCC e com concentrações diferentes: continha 7% de carboidratos, sódio, cloro, magnésio, potássio, ferro, zinco, manganês, cobre, molibdênio, cromo, selênio e 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, model 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:

$$\text{Desidratação relativa} = \text{PI} - \text{PF}$$

$$\text{Desidratação absoluta} = (\text{PI} + \text{LI}) - (\text{PF} + \text{U})$$

Grau de desidratação

O grau de desidratação foi calculado pela equação proposta por Burke e Hawley (1997):

$\% \text{ desidratação} = (\text{mudança no peso corporal} - \text{volume urinário durante o jogo}) / \text{peso corporal inicial} \times 100.$

Taxa de sudorese

A taxa de sudorese foi verificada pela equação proposta por Horswill (1998):

Taxa de sudorese = [(peso inicial – peso final) + volume de líquido ingerido – (volume urinário + volume fecal) / tempo de exercício x 60].

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

Densidade da urina

A urina pré e pós-jogo foi coletada em bolsa coletora com capacidade de 300 ml. 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.

Parâmetros Complementares

Foram considerados como parâmetros complementares a frequência cardíaca (FC) e o índice de percepção do esforço (IPE). Ambos os parâmetros podem sofrer influência direta do estado de hidratação e também da ingestão de cafeína. Tanto a desidratação, quanto a cafeína podem promover aumentos da FC. Em relação ao IPE, a desidratação pode aumentar os valores de IPE. Já a cafeína pode diminuir esses valores (Denadai & Denadai, 1998; Cox, et al., 2002).

Frequência cardíaca

A FC foi monitorada durante a partida, a cada 5 minutos de jogo, usando o sistema de radio telemetria Polar®. A FC foi coletada para controle da carga física imposta ao sistema cardiovascular durante a atividade, visto que, a cafeína é um composto estimulador do sistema nervoso simpático podendo, assim, contribuir para aumentar os valores de FC. A FC máxima foi calculada utilizando-se a fórmula de Tanaka et al. (2001) e os percentuais de FC durante o jogo foram calculados diretamente sobre o valor da FC máxima de cada atleta segundo a indicação de Kesanieme et al. (2001)

Índice de percepção do esforço

O índice de percepção do esforço (IPE) foi mensurado a cada 5 minutos de jogo, utilizando-se a escala de Borg (1982). Para isso, foi desenvolvida uma pulseira para cada jogador que continha à respectiva escala (6 a 20 pontos). Esse parâmetro foi coletado com a finalidade de verificar sua relação com a FC. Previamente à partida, os jogadores foram instruídos sobre a forma correta de interpretar a escala.

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 test "*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 Statística versão 6.0.

RESULTADOS

Na Tabela 2 estão expressos os comportamentos das variáveis relacionadas ao balanço hídrico dos jogadores no decorrer da partida.

Tabela 2 - Parâmetros do balanço hídrico dos jogadores.

	BEC Média (\pm SD)	BEC Variação	BCC Média (\pm SD)	BCC Variação
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	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 0,3 ^a	1,1 –2,0	1,5 \pm 0,2	1,0 – 2,0
Taxa de sudorese (ml.min. ⁻¹)	16,2 \pm 2,5 ^a	11-20	14, 3 \pm 2,1	10-20
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.

Os jogadores não apresentaram diferença no PC antes das duas partidas (BEC = 67,4 \pm 5,8 kg e 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 do PC após as partidas. Entretanto, BEC promoveu maior perda de PC 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 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 ou o percentual de desidratação apresentado pelos jogadores durante a partida.

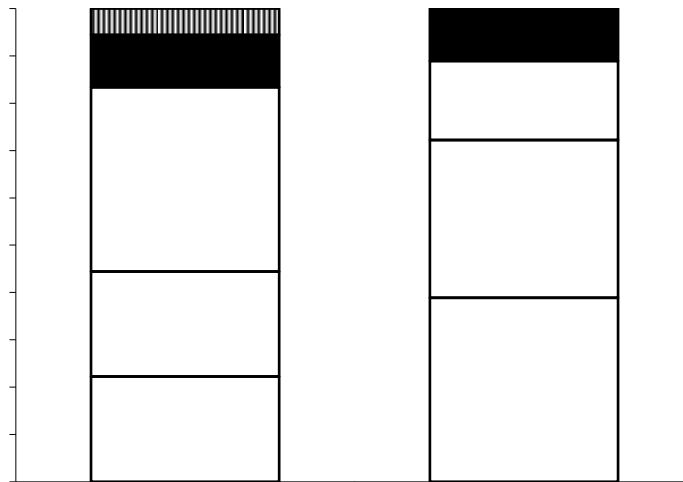


Figura 1- Grau de desidratação dos jogadores após a partida com a ingestão da bebida esportiva cafeinada (BEC) ou bebida carboidratada comercial (BCC).

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 densidade da urina (DU) produzida antes do jogo (BEC = $1021 \pm 4,1$ g.ml⁻¹, BCC = 1021 ± 8 g.ml⁻¹) e nem depois das partidas (BEC = 1021 ± 8 g.ml⁻¹, BCC = 1023 ± 7 g.ml⁻¹). A DU não sofreu diferença nos períodos pré e pós-partida (BEC: $p = 0,766$ e BCC: $p = 0,896$). Após a partida, não houve diferença em DU com o consumo das diferentes bebidas ($p = 0,43$). 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.

As partidas foram caracterizadas por uma carga física de alta intensidade. Houve diferença estatisticamente significativa nos valores médios de FC durante o jogo com a ingestão das diferentes bebidas ($p < 0,046$) que obteve maior valor com a ingestão de BEC. A Figura 2 e 3 mostram o comportamento da FC e do IPE durante as partidas, respectivamente. Para estimar a intensidade do jogo considerou-se uma FC máxima média de $196 \pm 0,5$ batimentos por minuto (bpm). A da FC em BEC, incluindo as paradas rápidas para a ingestão de fluidos, foi de $158 \pm 8,2$ bpm o que corresponde 80,6% da FC máxima. Na situação BCC a FC média foi de $154 \pm 9,0$ bpm que corresponde 74,7% da FC máxima. Houve diferença no IPE do início para o final do jogo que obteve um aumento significativo (BEC $p = 0,003$ e BCC $p = 0,012$), contudo esse índice não foi significativamente diferente durante o jogo, entre consumo das duas bebidas ($p=0,145$). Não foram observadas correlações significantes ($p > 0,05$) entre as médias da FC e do IPE.

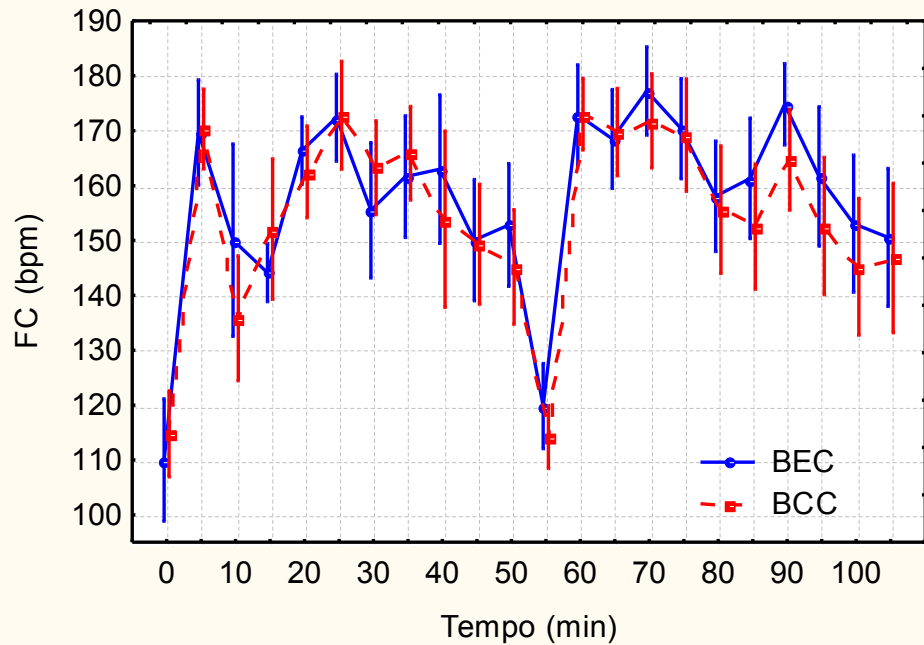


Figura 2- Comportamento da Frequência Cardíaca (FC) durante as partidas. BEC = Bebida Esportiva Cafeinada. BCC= Bebida Carboidratada Comercial. Medida = registro da FC a cada 5 minutos de jogo.

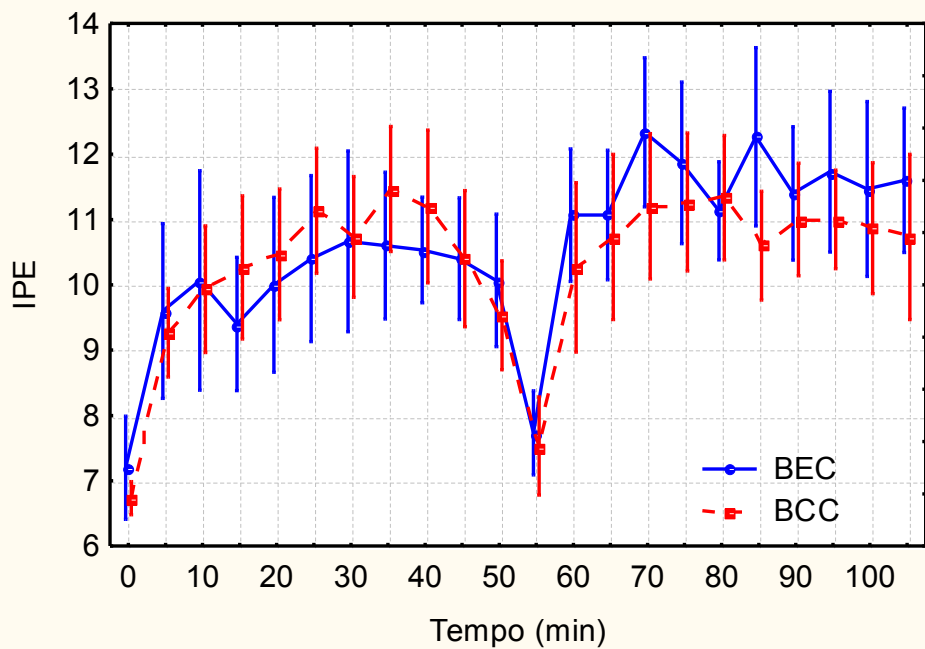


Figura 3- Comportamento do Índice de percepção do Esforço (IPE) durante as partidas. BEC = Bebida Esportiva Cafeinada. BCC= Bebida Carboidratada Comercial. Medida = registro do IPE a cada 5 minutos de jogo.

DISCUSSÃO

A BEC foi elaborada após extensa revisão de literatura e estudos apontaram para um possível benefício de compostos como antioxidantes (Hartmann, et al., 1995; Schröder, et al., 2000; Margaritis et al., 2003; Mastaloudis et al., 2004; Senturk, et al., 2005) e cafeína (Cox et al., 2002; Bell E Mclellan, 2002; Stuart, et al., 2005; Schneiker, et al., 2006) no desempenho esportivo. Assim, BEC era composta de 7% de carboidratos, sódio, cálcio, potássio, selênio, cloreto, fósforo, vitaminas C e E e 250 mg cafeína. Desta forma, o objetivo deste estudo foi comparar o efeito do consumo de BEC frente à bebida carboidratada comercial (BCC) sobre o balanço hídrico de jogadores de futebol durante a partida.

No presente estudo, os jogadores perderam em média $0,9 \pm 0,4$ 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 $0,7 \pm 0,4$ kg e o percentual de desidratação variou de - 0,1 a 1,7 %. Observa-se na Figura 3 que sob a ingestão de BEC cerca de 60% dos jogadores obtiveram um percentual de desidratação superior a 1,01%, enquanto que 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 dos jogadores terem ingerido as bebidas esportivas seguindo o protocolo de hidratação programado em intervalos regulares, em contraposição aos atletas de Shirreffes et al. (2005), que consumiram bebida esportiva e/ou água *ad libitum*. É importante observar que tanto no presente estudo, como no estudo de Shirreffes et al., (2005),

existiu uma grande variabilidade no percentual de desidratação entre os atletas. Esses resultados indicam a importância do desenvolvimento de protocolos de hidratação individualizados, visto que o protocolo adotado no presente estudo (5 ml.kg⁻¹ de PC de bebida esportiva ingerido 20 minutos antes da partida mais 3 ml.kg⁻¹ de PC 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* (Shirreffes, et al., 2005).

Guerra (2004) submeteu seus avaliados ao protocolo de hidratação proposto pelo ACSM (1996) (150 ml de fluidos, a cada 15 minutos de jogo, mais 300 ml 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 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 ($2,7 \pm 0,5$ l) foi estatisticamente maior que a promovida pela BCC ($2,4 \pm 0,4$ l) e não houve diferença na perda de fluidos pela urina. Desta forma, parece que esses resultados são devido a uma maior sudorese ocorrida em resposta à BEC.

Diferentemente do presente estudo, Kovacs et al. (1998) não encontraram diferença na perda de suor entre bebidas carboidratadas com diferentes

concentrações de cafeína (150, 225 e 320 mg.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 exercitaram com intensidade 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 devido ao fato 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). Desta forma, parece que sob severas condições ambientais, a cafeína pode promover uma maior sudorese em relação a climas com condições amenas.

Outra questão que deve ser observada é o tipo de atividade. Tanto no estudo de Kovacs et al (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 conheça mais sobre o 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 com a ingestão de bebidas carboidratada e/ou água. Em outros esportes coletivos, também foram observadas taxa de sudorese próxima do valor apresentado no

presente estudo. Vimeiro-Gomes e Rodrigues (2001) registraram taxa de suor em jogadores de vôlei de $15,1 \pm 4,6 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$ durante o treino. 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 ($\text{BEC}=2,7 \pm 0,4 \text{ l}$; $\text{BCC}=2,4 \pm 0,4 \text{ l}$) do que o do estudo de Shirreffs, et al. (2005) que foi de $2,2 \pm 0,4 \text{ l}$ ($1,7\text{-}3,1 \text{ L}$). Esta diferença pode ter ocorrido pelo fato dos 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 et al. (2005) foi de $4,448 \pm 1,216 \text{ ml}$ ($2950\text{-}6224 \text{ ml}$). Devido as semelhantes condições ambientais entre o presente estudo e o de Aragon et al (2005), a diferença na taxa de sudorese pode ser devido a vários outros fatores como as diferença 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 consonância com o presente estudo, Wemple et al. (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 ($1843 \pm 166 \text{ ml}$) do que PLAC ($1411 \pm 181 \text{ ml}$). Já durante o exercício, a diferença entre CAF ($398 \pm 32 \text{ ml}$) e PLAC ($490 \pm 57 \text{ ml}$) não foi significativa. Kovacs et al.

(1998) também não observaram diferenças no volume de urina produzido quando diferentes concentrações de cafeína foram adicionadas a bebidas carboidratadas e, 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 proximal e distal 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 pelos jogadores do presente estudo apresentou valores superiores aos dos atletas do estudo de Aragon et al., (2005), que produziram 82 ± 119 ml (0-512 ml) com 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 et al. (2005) (perda de peso corporal 2.58 ± 0.88 kg; percentual de desidratação 3.38 ± 1.11 %). Parece que o corpo sofre adaptação na medida em que o nível de desidratação aumenta, com o objetivo de conservar 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 et al (2005), não

houve a necessidade do corpo desses indivíduos se adaptar para manter os níveis dos fluidos corporais adequados o que pode explicar uma maior produção de urina.

Considerando os valores de densidade da urina (DU) pré-jogo, 55,6% dos jogadores em BEC e 83,3% em BCC, iniciaram a partida hipohidratados (DU > 1.020 g.ml⁻¹), segundo Casa et al. (2000). Este resultado está de acordo com o do estudo de Guerra (2004), que verificou a ocorrência de valores de DU pré-jogo acima de 1.021 g.ml⁻¹, em todos os participantes de sua pesquisa. No entanto, este resultado diverge do resultado do estudo de Aragon et al. (2005), no qual os atletas iniciaram bem hidratados 1.018 ± 0.008 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 se evitar 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 como 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 os mesmos estavam mais desidratados e, por isto, deveriam apresentar maiores valores de DU. Contudo, os índices urinários, como a densidade da urina, parecem identificar mudanças no status de desidratação mais claramente 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 ocorrem 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 (Popowski, et al., 2001). Mais estudos devem ser conduzidos para avaliar o estado de hidratação dos atletas com 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 et al., 2000), deve-se considerar que tal condição é um fator que predispõe o organismo a ocorrência de lesões pelo calor, principalmente, quando o 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 variada. Os atletas apresentaram casos extremos de boa hidratação ($BEC = 1,012 \text{ g.ml}^{-1}$; $BCC = 1,011 \text{ g.ml}^{-1}$) e casos que apontaram um quadro de significativa desidratação ($BEC = 1,028 \text{ g.ml}^{-1}$) a severa desidratação ($BCC = 1,033 \text{ g.ml}^{-1}$). 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.

Apesar da FC em BEC ter sido maior do que em BCC, fisiologicamente não houve diferença entre as bebidas, visto a diferença de FC média de $\pm 4 \text{ bpm}$ não é

capaz de promover diferenças fisiológicas significantes na carga física imposta pelo exercício. Uma limitação do estudo foi que não houve o controle de alguns parâmetros como distância percorrida e o número de *sprints*. Esses podem influenciar diretamente os valores de FC obtidos independentemente do consumo das diferentes bebidas.

Os dados de FC obtidos no presente estudo reforçam que o futebol é uma atividade de alta intensidade (Reilly, et al., 2000; Leiper, et al., 2001). Neste estudo, o jogador que obteve maior percentual de desidratação com a ingestão de BEC (3,0 %) apresentou valores de FC maiores (160 bpm) em relação ao jogador de menor percentual de desidratação (0,1 %) que ingeriu a mesma bebida (145 bpm). Com a ingestão de BCC o resultado foi reproduzido, ou seja, o jogador com maior percentual de desidratação (1,7 %) apresentou maior valor de FC durante a partida (160 bpm) em relação ao jogador que apresentou o menor nível de desidratação (-0,3 %, houve ganho de peso; FC = 153). Isso confirma o fato de que quanto maior o nível de desidratação atingido pelo atleta, maior será a sobrecarga cardiovascular, contribuindo para o desenvolvimento do processo de fadiga. Os resultados da FC durante o jogo indicaram que houve uma reprodução de uma situação semelhante ao jogo competitivo. Altos valores de FC são observados devido à característica intermitente do esporte, ou seja, grande ocorrência dos *sprints* e momentos de recuperação em baixa intensidade que acontecem durante toda a partida (Leiper, et al., 2001; Guerra, et al., 2004). Essa ocorrência constante dos *sprints* é responsável pela diminuição da disponibilidade dos fluidos ingeridos, devido a menor taxa de esvaziamento gástrico (Leiper, et al., 2001).

Na Figura 2 pode ser observado que BEC promoveu aumento nos valores de FC, porém não causou efeito sobre o IPE dos atletas (Figura 3). A ação da cafeína sobre o IPE vem sendo pesquisada. Contudo, os resultados divergem entre os estudos. Como no presente estudo, Bell e Mclellan (2003) não observaram diferença estatística no IPE quando os indivíduos se exercitavam a 80% do VO₂ máximo no ciclo ergômetro ingerindo placebo ou cafeína. Todavia, Cox et al. (2002) observaram que os indivíduos com a ingestão de cafeína apresentaram um menor IPE pedalando a 70 % do VO₂ máximo. Os valores do IPE não apresentaram correlação com a FC. Desta forma, sugere-se que mais estudos sejam conduzidos para avaliar a aplicabilidade do IPE em situações semelhantes às de competição, para avaliar o esforço realizado pelos jogadores e também para verificar a real ação da cafeína.

Diante dos dados apresentados, é aconselhável 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 da BEC ter promovido uma menor reposição de fluidos (75,0 %) em relação à BCC (82,5%), a BEC apresentou uma reposição satisfatória quando comparada à ingestão *ad libitum* (Shirreffs et al., 2005). Como o impacto da BEC no balanço hídrico foi aceitável recomenda-se a realização de estudos que visem verificar os efeitos ergogênicos de bebidas esportivas cafeinadas sobre o desempenho físico de jogadores de futebol.

CONCLUSÃO

Os atletas participantes do presente estudo apresentaram um estado de hipohidratação, que pode ser prejudicial ao desempenho físico. Os valores basais (ao acordar) de densidade da urina retratam hipohidratação na maioria dos atletas, indicando que esses atletas apresentavam um quadro de hipohidratação crônica. A DU não sofreu alteração na situação BEC, sugerindo a manutenção do estado de hidratação pós - jogo.

Comparando o efeito das duas bebidas sobre o balanço hídrico dos jogadores, apesar de 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 satisfatório para promover níveis de reposição hídrica superiores aos relatados em estudo com ingestão *ad libitum*. Desta forma, a estratégia de hidratação apresentada neste estudo é uma forma efetiva para evitar o processo de desidratação durante os treinos coletivos de futebol, visto que a ingestão de fluidos durante as competições normalmente ocorre de forma ocasional, sendo dependente da dinâmica de jogo, tática adotada, faltas e lesões cometidas e outras diversas situações. A bebida cafeinada não promoveu diurese durante o exercício, sendo viável a adição de cafeína em bebidas esportivas para que o atleta obtenha os benefícios propostos pelo consumo da cafeína.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American College Sports Medicine (1996) Position Stand on exercise and fluid replacement. *Medicine and Science in Sports & Exercise* **28**, i-vii.
- Aragon-Vargas, L.F., Moncada-Jiménez, J.; Solera, A.J., Quesada, H.J., Barrenechea, A., Monge, M. (2005) Thermoregulation and fluid balance during professional soccer competition in the heat: 168 *Board #75* 9:30 AM - 11:00 AM. *Medicine and Science in Sports & Exercise* **37** (5) Suppl., S29.
- Bell D. G., Mclellan, T. M. (2002) Exercise Endurance 1, 3, and 6 Hours After Caffeine Ingestion in Caffeine Users and Non-users. *Journal of Applied Physiology* **93**, 1227-1234.
- Bell D. G., Mclellan, T. M. (2003) Effect of Repeated Caffeine Ingestion on Repeated Exhaustive Exercise Endurance. *Medicine and Science in Sports & Exercise* **35**, 1348-1354.
- Bello-Reuss, E. (1980) Effect of catecholamines on fluid reabsorption by the isolated proximal convoluted tubule. *American Journal Physiology* **238** (*Renal Fluid Electrolyte Physiol.* 7): F347–F352.
- Burke, L.M., Hawley, J.A. (1997) Fluid Balance in team sports: Guidelines for optimal practices. *Sports Medicine* **4**, 38-54.
- Borg, G. (1982) Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports & Exercise*; **14**: 377 – 87.
- Casa, D.J. Armstrong, L.A., Hilliman, S.K., Montain, S.J., Reiff, R.V., Rich, B.S.E., Roberts, W.O. and Stone, J.A. (2000) National Athletic Trainers' Association

Position Statement: Fluid replacement for athletes. *Journal of Athletic Training* **35**, 212- 224.

Cheung, S.S., Mclellan, T.M., Tenaglia,S. (2000) The thermophysiology of uncompensable heat stress. *Sports Medicine* 29(.5), 329-359.

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. (2002) Effect of different protocols of caffeine intake on metabolism and endurance performance. . *Journal of Applied Physiology* **93**, 990-999.

Coyle, E.F. (2004) Fluid and fuel intake during exercise. *Journal of Sports Sciences*, **22**,39-55.

Denadai, B.S. e Denadai, M.L. (1998) Effects of caffeine ontime to exhaustion in exercise performance below and above the anaerobic threshold. *Brazilian Journal Medicine Biology Research* 31: 581-5.

Guerra I, Chaves R, Barros TL, Tirapegui J. (2004) The influence of fluid ingestion on performance of soccer players during a match. *Journal of Sports Sciences and Medicine* **3**, 198-202.

Guerra, I. (2004) *Efeito de diferentes estratégias de reposição de líquidos e de carboidratos no desempenho de jogadores de futebol*. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1-92. (Em Português: Resumo em Inglês).

Hartmann, A., Nieb, A.M., Griinert-Fuchs, M., Poch, B., Speit, G. (2005) Vitamin E prevents exercise-induced DNA damage. *Mutation Research* **346**, 195-202.

Hitchins, S., Martin, D.T., Burke, L., Yates, K., Fallon, K., Hahn, A., Dobson, G.P. (1999) Glycerol hyperhydration improves cycle time trial performance in hot humid conditions. *European Journal Applied Physiology* **80**, 494-501.

Horswill, C.A. (1998) Effective fluid replacement. *International Journal Sport Nutrition* **8**, 175-195.

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. (2005) Rehydration with glycerol: endocrine, cardiovascular and Thermoregulatory responses during exercise in the heat. *Applied Physiology* **100**, 442-450.

Kovacs, E.M.R., Jos, S.H.C.H., Brouns, F. (1998) Effect of caffeinated drinks on substrate metabolism, caffeine excretion, and performance. *Journal Applied Physiology* **85**, 709–715.

Leiper, J.B., Prentice, A.S., Wrightson, C., Maughan, R.J. (2001) Gastric emptying of a carbohydrate- electrolyte drink during a soccer match. *Medicine Science Sports Exercise* **33**, 932-38.

Margaritis, I., Palazzetti, S., Rousseau, A.S., Richard, M.J., Favier, A. (2003) Antioxidant supplementation and tapering exercise improve exercise-induced antioxidant response. *Journal of the American College of Nutrition* **22**, 147–156.

Marins, J.B., Giannichi, R.S. (1998) Avaliação & Prescrição de Atividade Física - *Guia Prático*. In: *Antropometria*. Shape, 3^a edição . Shape, Rio de Janeiro:45-X. (Em português).

Mastaloudis, A., Morrow, Y.J.D, Hopkins, Z.D.W, Devaraj, Y.S, Traber, M.G. (2004) Antioxidant supplementation prevents exercise-induced lipid peroxidation,

but not inflammation, in ultramarathon runners. *Free Radical Biology & Medicine* **36**, 1329 – 1341.

Matsumoto K., Mizuno M., Mizuno T., Dilling-Hansen, B., Lahoz, A., Bertelsen, V., Munster, H., Jordening H; Hamada K., Doi, T. (2004) Effect of BCAA Intake During Exercise on Skeletal Muscle Protein Metabolism in Young Individuals. *Medicine and Science in Sports & Exercise* **36**, S124.

Maughan, R.J. e Leiper, J.B. (1994) Fluid replacement requirements in soccer. *Journal of Sports Science* **12**, S29-S34.

Nagatomi, R., Tanabe, K, Sakurai, M., Nakajima, Y., Fujimoto, T., Nagamatsu, T., Hamada, K. (2005) Supplementation Of Branched-chain Amino Acids Counteracts The Reduction In Throwing Speed of Baseball Pitchers. *Medicine and Science in Sports & Exercise* **37**- S349.

Popowski, L.A., Oppliger, R.A., Lambert, G.P., Johnson, R.F., Johnson, A.K., Gisolfi C.V. (2001) Blood and urinary measures of hydration status during progressive acute dehydration. *Medicine and Science in Sports & Exercise* **33**, 747-753.

Reilly, T., Bangsbo, J., Franks, A. (2000) Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal Sports Science* **18**, 669-83.

Schneiker, K. T., Bishop, D., Dawson, B., Hackett, L. P. (2006) Effects of caffeine on prolonged intermittent-sprint ability in team-sport athletes. *Medicine and Science in Sports & Exercise* **38**, 578-585.

Schröder, H., Navarro, E., Tramullas, A., Mora, J., Galiano, D. (2000) Nutrition antioxidant status and oxidative stress in professional basketball players: Effects of a

three compound antioxidative supplement. *International Journal Sports Medicine* **21**, 146-150.

Senturk, U.K., Yalcin. O., Gunduz, F., Kuru, O., Meiselman, H.J., Baskurt, O.G. (2005) Effect of antioxidant vitamin treatment on the time course of hematological and hemorheological alterations after an exhausting exercise episode in human subjects. *Journal of Applied Physiology* **98**, 1272-1279.

Stuart, G. R., Hopkins, W. G., Cook, C., Cairns, S. P. (2005) Multiple Effects of Caffeine on Simulated High-Intensity Team-Sport Performance. *Medicine and Science in Sports & Exercise* **37**, 1998-2005.

Shi, X., Gisolfi, C.V. (1998) Fluid and carbohydrate replacement during intermittent exercise. *Sports Medicine* **25**, 157-172.

Shirreffs SM. (2003) The optimal sports drink. *Sportmedizin und Sporttraumatologie* **51**, 25–9.

Shirreffs, S.M., Aragon-Vargas, L.F., Chamorro, M., Maughan, R.J., Serratos, L., Zachwieja, J.J. (2005) The Sweating Response of elite Professional Soccer Players to Training in the heat. *International Journal Sports Medicine* **26**, 90-95.

Versey, N.G., O'Connor, H., Brotherhood, J., Graham, K. (2006). Hydration and its assessment in athletes. *Sport Nutrition* **17**, XIV-XVII.

Tanaka, H., Monahan, K. and Seal, D. (2001) Age- predicted maximal Heart rate revisited. *Journal of American College of Cardiology* **37**, 153-6.0

Turley, K. R., and Gerst, J.W. (2006) Effects of Caffeine on Physiological Responses to Exercise in Young Boys and Girls. *Medicine and Science in Sports & Exercise* **38**, 520-526.

Vimeiro-Gomes, A.N. e Rodrigues, L.O.C. (2001) 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* 15, 201-11. (Em Português: Resumo em Inglês).

Watson P., Shirreffs S.M., Maughan, R.M. (2004) The effect of acute branched-chain amino acid supplementation on prolonged exercise capacity in a warm environment. *European Journal Applied Physiology* **93**, 306–314.

Wemple, R.D., Lamb, D.R., McKeever, K.H. (1997) Caffeine vs caffeine-free sports drinks: effects on urine production at rest and during prolonged exercise. *International Journal of Sports and Medicine* **18**, 40-6.

Artigo: **EFEITOS METABÓLICOS DE UMA BEBIDA ESPORTIVA
CAFEINADA CONSUMIDA DURANTE UMA PARTIDA DE FUTEBOL**

Ana Paula Muniz Guttierres¹, Karolina Gatti², Luiz Nelson L. F. Gomes, Francisco³
Radler de Aquino Neto⁴, Jorge Roberto Perrout Lima⁵, Antônio José Natali⁶, Rita de
Cássia Gonçalves Alfenas⁷, João Carlos Bouzas Marins⁸.

^{1,2,7} Departamento de Nutrição e Saúde, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde,
Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, Brasil.

^{3,4} Instituto de Química, Laboratório de Antidopagem (LABDOP) e Laboratório de
Tecnologia -LADETEC, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro,
RJ, Brasil.

⁵ Faculdade de Educação Física e Desportos, Centro de Ciências Biológicas e da
Saúde, Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, MG. Brasil.

^{6,8} Departamento de Educação Física, Centro de Ciências Biológicas, Universidade
Federal de Viçosa. Viçosa, MG, Brasil.

Correspondência para/*Correspondence to*: A.P.M. GUTTIERRES. Av. Antonio
Guimarães Peralva, 26. Barbosa Lage. Juiz de Fora. MG. CEP.: 36085-170.

E-mail: paulagutti@yahoo.com.br.

Telefone de contato: (32) 9118-6420

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi verificar o efeito da ingestão de uma bebida esportiva cafeinada (BEC), comparado a uma bebida carboidratada comercial (BCC), sobre os níveis séricos e urinários de jogadores de futebol, durante a simulação de uma partida. Para isso, o desenho experimental seguiu o modelo *cross over* duplo cego, no qual os atletas participaram de duas partidas de futebol, em dois dias distintos. Vinte minutos antes do jogo os atletas ingeriram 5 ml.Kg⁻¹ de peso corporal (PC) de fluidos e 3 ml.Kg¹ PC a cada 15 minutos, durante a partida. Foram analisados os níveis glicêmico (GLC), de lactato (LAC), cafeína plasmática (CP) antes do início (coleta 1) e ao final do primeiro (coleta 2) e do segundo (coleta 3) tempo jogo. Potássio (K⁺), ácidos graxos livres (AGL) e cafeína urinária (CU) foram analisadas antes e após o jogo. A frequência cardíaca (FC) e índice de percepção subjetiva do esforço (IPE) foram registrados a cada 5 minutos da partida. A ingestão da BCE resultou em níveis GLC e de LAC significativamente maiores do que os do consumo da BCC. As duas bebidas testadas levaram à redução significativa da concentração de K⁺ do início para o final do jogo (ambas $p < 0,01$). Contudo, não foi observada diferença estatística entre tais bebidas nos valores obtidos antes e ao final do segundo tempo ($p = 0,99$; $p = 0,47$, respectivamente). De modo semelhante, não foi constatada diferença significativa na concentração de AGL entre as bebidas, comparando os valores observados ao início ($p=0,08$) e ao final ($p = 0,49$) das partidas. Os valores de CP aumentaram significativamente ($\mu\text{g.ml}^{-1}$) após consumo da BEC: coleta 1 = $0,0 \pm 0,0$; coleta 2 = $1,49 \pm 0,57$; coleta 3 = $6,08 \pm 0,64$. A média

de CU ($\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$) antes do jogo foi equivalente a $0,0 \pm 0,00$ e após a partida apresentou um aumento significativo em BEC, $1,78 \pm 2,00$. A média da FC máxima (80,6%) obtida para BEC foi significativamente superior à observada em BCC (74,7%). Não foi observada diferença estatisticamente significativa quando comparado o efeito das duas bebidas sobre o IPE ($p=0,145$). Foi concluído que BEC promoveu aumento de GLC, LAC, CP, CU e FC e por outro lado, não exerceu efeitos positivos sobre AGL, K^+ e IPE.

Palavras – Chave: Cafeína, glicose, lactato, ácidos graxos livres, potássio, futebol.

ABSTRACT

The purpose of this study was to compare the effect of the ingestion of a caffeinated sports drink (CSD) and of an advertising carbohydrate drink (ACD) in soccer players' levels of some blood and urine parameters, during a match. A cross over double blind experimental design was used in the study, in which athletes participated in two soccer matches, which was held in two different days. Twenty minutes before the match the athletes ingested 5 ml.Kg⁻¹ body weight (BW) of fluids and 3 ml.Kg¹ BW in each 15 minutes, during the match. Glucose levels (GLC), lactate (LAC), plasm caffeine levels (PCL) were evaluated before the match started (collect 1), and in the first (collect 2) and second half (collect 3) of the match. Potassium (K⁺), free fatty acids (FFA), and urine caffeine (UC) were analyzed before and after the match. Heart rate (HR) and rate perception exertion (RPE) were registered in each 5 minutes of match. The ingestion of CSD resulted in significantly higher GLC and LAC levels than when ACD was consumed. Both test drinks resulted in significant reduction in K⁺ concentration comparing the beginning with end of the match (both $p < 0,01$). However, there was no statistical difference between these drinks in terms of the values obtained before and at the end of the second half ($p = 0,99$; $p = 0,47$, respectively). Similarly, there was no significant difference in FFA concentration between the test drinks, comparing the values obtained at the beginning ($p=0,08$) and at the end ($p = 0,49$) of the matches. PCL levels increased significantly ($\mu\text{g.ml}^{-1}$) after the consumption of CSD: collect 1 = 0,0

$\pm 0,0$; collect 2 = $1,49 \pm 0,57$; collect 3 = $6,08 \pm 0,64$. The mean UC ($\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$) before the match was equivalent to $0,0 \pm 0,00$, and after the match presented a significant increase in CSD, $1,78 \pm 2,00$. The mean maximum CF (80,6%) obtained for CSD was significantly greater than the one observed in ACD (74,7%). There was no significant difference in the EPI effect between both drinks ($p=0,145$). In conclusion, CSD resulted in GLC, LAC, PCL, UC, and CF. In the other hand, CSD did not effect EPI, and FFA and K^+ levels.

Keywords: Caffeine, glucose, lactate, free fatty acids, potassium, soccer.

INTRODUÇÃO

Os resultados de alguns estudos demonstraram o efeito da ingestão de diferentes concentrações de cafeína sobre alguns parâmetros metabólicos, como a glicemia (GLC), níveis de lactato (LAC), ácidos graxos livres (AGL) e potássio plasmático (K^+), principalmente, durante a execução de exercícios cíclicos (Jackman, et al., 1996; Kovacs, et al., 1998; Laurent, et al., 2000; Graham, et al., 2000; Graham, et al., 2001; Bell et al., 2002; Yeo et al., 2005). Outros estudos (Stuart, et al., 2005; Schneiker, et al., 2006) avaliaram o efeito do consumo de cafeína sobre a performance física em esportes acíclicos e/ou coletivos. Publicação de estudos científicos que avaliaram o efeito da ingestão de bebida carboidratada adicionada de cafeína sobre parâmetros metabólicos de atletas, durante uma partida de futebol, segundo pesquisa realizada em 03/05/07, no PUBMED MEDLINE, utilizando as palavras-chaves “caffeine soccer”, “sport drink caffeine” e “sport drink soccer” encontrou o registro de somente 26 artigos.

Nos estudos em que a cafeína foi ingerida na forma de cápsulas (Graham, et al., 1998; Stuart et al., 2005; Schneiker, et al., 2006) ou de alimentos que a contêm naturalmente como o café (Graham, et al., 1998) ou na forma de cafeína monohidratada em pó acrescentada a bebidas carboidratadas (Kovacs et al., 1998; Yeo et al., 2005), este alcalóide foi consumido em uma concentração média equivalente a 5-6 mg. kg^{-1} de peso corporal (PC).

O metabolismo e a excreção urinária da cafeína podem ser afetados pela genética do indivíduo, tipo de dieta ingerida, peso corporal, uso de drogas, estado de

hidratação, o tipo de exercício físico praticado, consumo habitual de cafeína e outros (Sinclair & Geiger, 2000).

Na maioria dos casos, a cafeína consumida age sobre a glicemia, aumentando a sua concentração (Kovacs, et al., 1998; Graham, et al., 1998; Graham, et al., 2000; Bell & Mclellan, 2002). Estudos mostram uma tendência da cafeína em promover, também, o aumento da concentração plasmática de lactato (Kovacs, et al., 1998; Graham, et al., 1998; Graham et al., 2000; Laurent, et al., 2000; Bell & Mclellan, 2002) e de ácidos graxos livres (AGL) (Chesley, et al., 1998; Graham, et al., 2000, Laurent, et al., 2000). Já o K^+ , geralmente, sofre uma diminuição após a ingestão de cafeína (Graham et al., 2000). Esses efeitos podem produzir alterações importantes na bioenergética do atleta, durante o desempenho físico. Porém, cabe destacar que os estudos citados anteriormente foram realizados com exercício contínuo em *steady state*, no qual a energia fornecida para o exercício é preponderantemente aeróbica. Já o futebol, devido a sua característica intermitente, é caracterizado de aeróbico de alta intensidade, mas com uma grande participação dos sistemas anaeróbicos alático e láctico, o que pode promover diferentes respostas metabólicas após o consumo de cafeína.

A cafeína é excretada na urina em pequenas quantidades (0,5 a 3%), sem que haja alteração na sua constituição química. Apesar disso, esse é o método de detecção que foi e é utilizado por órgãos internacionais para a verificação dessa substância na urina, visto que os atletas consomem esse composto buscando obter efeitos positivos sobre o desempenho. Desde 2006, a FIFA incluiu a avaliação dos níveis de cafeína urinária no programa de monitoramento de atletas. Porém, a

presença desta substância na urina não é proibida pela FIFA (FIFA, 2004) ou pelo Comitê Olímpico Internacional (COI), durante as competições oficiais. Diante da liberdade dada pelos órgãos internacionais em relação ao consumo da cafeína, torna-se necessário investigar os efeitos desta substância, principalmente, em uma modalidade como o futebol, que apresenta uma bionérgica variável durante o jogo. Assim, o primeiro objetivo do presente estudo foi verificar os efeitos da ingestão de uma bebida esportiva cafeïnada (BEC) comparados aos de uma bebida carboidratada comercial (BCC) sobre os parâmetros metabólicos. O segundo objetivo foi verificar a concentração de cafeína plasmática e urinária, após a ingestão aguda BEC por jogadores de futebol, durante a simulação de uma partida.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostra

Na primeira etapa do estudo, verificou-se a ingestão habitual de cafeína desses atletas. Para tal, foram realizados três registros alimentares em dias alternados, sendo um registro feito em um dia de final de semana. Ao ser entregue, cada registro preenchido foi conferido por um nutricionista, utilizando um álbum fotográfico contendo 5 tamanhos diferentes porções e modo de preparo de vários alimentos. Na segunda parte do estudo, foram avaliadas a composição corporal (Jackson e Pollock, 1978) e o consumo máximo de oxigênio (VO_2 max.), utilizando-se o protocolo de Cooper de 2400 m (Marins e Giannichi, 2003).

Em uma segunda, foi aplicado o registro alimentar de 3 dias (2 dias correspondia ao meio de semana e 1 final de semana) para verificar o padrão de uso da cafeína, dos atletas: 13 atletas não eram usuários de cafeína (< 50 mg/dia de cafeína) (Chesley, et al. 1998), 5 eram usuários moderados (50 a 200 mg/dia) e 2 atletas eram consumidores regulares de cafeína (acima de 200 mg/dia) (Chesley, et al. 1998).

Em uma terceira etapa, foram realizadas as partidas de futebol com intervalo médio de 48 horas. O campo no qual foi realizada a partida era de grama natural, com dimensões consideradas oficiais de 98,60 m de comprimento por 67,60 de largura. As partidas aconteceram entre 11:00 às 13:00 horas. Os participantes foram informados verbalmente e por escrito, por meio do termo de consentimento, os possíveis riscos à saúde associados à participação dos mesmos no estudo. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, da Universidade Federal de Viçosa, Brasil. A pesquisa respeitou todos os procedimentos bioéticos propostos pela resolução do governo brasileiro, supervisionado pelo Conselho Nacional de Saúde (nº 196/96).

Desenho experimental

A necessidade energética estimada (NEE) de cada indivíduo foi calculada seguindo as recomendações para jovens de 15 a 18 anos usando o fator de grande nível de atividade física: $NEE = 88.5 - 61.9 \times \text{idade [anos]} + 1.42 \times (26.7 \times \text{peso [Kg]} + 903 \times \text{altura [m]}) + 25$ (Kcal/dia para deposição de energia), (DRI, 2002). Antes de cada partida, os jogadores receberam um lanche matinal, contendo 15% das calorias

calculadas pela REE, apresentando 60% de carboidrato, 15 a 20% de proteínas e 20% a 25% de lipídios (Mcardle, et al. 2001). Os alimentos consumidos foram: Pão francês, manteiga, mussarela, bolo, suco com açúcar e uma fruta (mamão papaya, banana, melancia).

O desenho experimental seguiu o modelo *cross over* duplo cego, no qual os atletas participaram de duas partidas de futebol em dois dias distintos e ingeriram em situações diferentes BEC ou BCC (7% de carboidratos). Vinte minutos antes do jogo, os atletas ingeriram 5 ml.Kg⁻¹ de peso corporal (PC) de fluidos e 3 ml.Kg⁻¹ PC a cada 15 minutos de jogo, iniciando a ingestão no tempo zero (imediatamente antes de começar cada tempo de jogo). Cada jogador recebeu 9 garrafas individuais (1 garrafa com 5 ml.kg⁻¹ de peso corporal (PC) e 8 com 3 ml.kg⁻¹ PC que) e eles foram instruídos a consumir todo o conteúdo de suas respectivas garrafas. Os atletas ingeriram 1960,0 ± 201,3 ml de fluidos ingeridos durante a partida. Para cada dois jogadores havia um avaliador para monitorar a ingestão total das bebidas no tempo estipulado. O consumo de cafeína encontrada na BEC correspondeu a 250 ml.l⁻¹ por partida.

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 em que a BEC e a BCC foram ingeridas, as condições ambientais eram, respectivamente: 32,0 °C ± 3,5 e 47,8 ± 8,6 UR; 32,4 °C ± 4,8 e 46,0 ± 11,2 UR.

Instruções aos participantes

Os atletas receberam informações verbal e por escrito para identificação dos tipos de alimentos cafeinados e foram orientados a evitá-los por cerca de 48 horas

antes de cada partida. Os atletas foram instruídos a abster-se de treinamento exaustivo nas 48 horas que antecederam os testes.

Bebidas esportivas

Foram testadas durante o estudo duas bebidas (BBC e BEC), com cor, sabor e textura similares. As bebidas foram bem toleradas pelos jogadores, uma vez que esses não relataram nenhum efeito adverso nos dias em que as mesmas foram ingeridas. A bebida BCC (7% de carboidratos, sódio, cloro, magnésio, potássio, ferro, zinco, manganês, cobre molibdênio, cromo, selênio e vitamina C) foi adquirida no mercado nacional e a bebida BEC (7% de carboidratos, sódio, cálcio, potássio, selênio, cloreto, fósforo, vitaminas C e E e 250 mg.l⁻¹ de cafeína anidrida) foi elaborada após extensa revisão de literatura. Em tal revisão, verificou-se a existência de um possível efeito benéfico no desempenho esportivo associado à ingestão de compostos antioxidantes (Hartmann, et al., 1995; Schröder, et al., 2000; Margaritis, et al., 2003; Mastaloudis, et al., 2004; Senturk, et al., 2005) e de cafeína (Cox, et al., 2002; Bell E Mclellan, 2002; Stuart, et al., 2005; Schneiker, et al., 2006).

Análises

Amostras sanguíneas

As amostras sanguíneas foram coletadas em jejum e nos últimos 12 minutos de cada tempo de uma partida, com duração de 100 minutos. Foram formados

grupos de 4 jogadores que saíam sempre na mesma ordem para a realização da coleta. Haviam 4 enfermeiros participando da coleta sanguínea, um para cada jogador. A ingestão das bebidas era feita quando os jogadores estavam fora de jogo coletando sangue. A continuidade da partida era mantida pelos jogadores restantes. Ao terminar a coleta os jogadores voltavam para o jogo e mais 4 atletas saíam para a coleta.

As amostras de sangue para as análises de glicose (GLC) (método hexoquinase, Kit Bioclin) e lactato plasmático (LAC) (método lactato desidrogenase, Kit Katal) foram coletadas em tubos de 4,5 ml com fluoreto oxalato e a leitura das concentrações foram realizadas usando-se o aparelho Alizé (Lisabio, França). As mostras de sangue para a análise dos ácidos graxos livres foram coletadas em tubo soro gel (10 ml) (método acil-CoA-sintetase/ acil-CoA-oxidase, Wako) e analisados por espectrofotometria (Cobas Plus - Minessota, EUA). Para o potássio plasmático (K^+), o sangue foi coletado em tudo de 4,5 ml de EDTA e analisado pelo método eletrodo seletivo (Easy-Lyte, Nashville, EUA) utilizando-se um volume de amostra de 100 μ m. Para essas análises o sangue foi centrifugado por 10 minutos, a 3.000 rpm e estocadas sob refrigeração a 4 $^{\circ}$ C.

Para a análise de cafeína plasmática, o sangue foi coletado em tubos de heparina de 10 ml e centrifugado 10 minutos, a 3.000 rpm. As análises da concentração de cafeína no plasma (1 ml) foram realizadas por cromatografia líquida de alta performance no Laboratório de Antidopagem (LABDOP- LADETEC, UFRJ), único laboratório credenciado na América Latina pela Agência Mundial de Anti-Doping para a realização oficial de testes.

Amostras de Urina

A urina foi coletada em recipientes esterilizados de 300 ml e colocada uma amostra em um recipiente (60 ml) com lacre de rosca. Para análise da concentração de cafeína, a densidade da urina foi aferida previamente, utilizando um refratômetro óptico (LF Equipamentos, São Paulo, Brasil), que foi calibrado com água deionizada. O pH da urina foi aferido por um pHâmetro (Digimed, São Paulo, Brasil) também calibrado em pH 4 e 7. Após essas análises, as amostras foram estocada em ambiente refrigerado. A concentração de cafeína urinária foi avaliada por Cromatografia Líquida de Alta Performance no LABDOP.

Frequência cardíaca

A frequência cardíaca (FC) foi monitorada durante a partida a cada 5 minutos de jogo, usando o sistema de radio telemetria Polar®. Este parâmetro foi avaliado para controle da carga física imposta ao sistema cardiovascular durante a atividade, visto que a cafeína é um composto estimulador do sistema nervoso simpático, podendo, assim, contribuir para aumentar os valores de FC. A FC máxima foi calculada utilizando-se a fórmula de Tanaka et al. (2001) e os percentuais de FC durante o jogo foram calculados diretamente sobre o valor da FC máxima de cada atleta segundo a recomendação de Kesaniemi et al. (2001).

Índice de percepção do esforço

O índice de percepção do esforço (IPE) foi mensurado a cada 5 minutos de jogo, utilizando-se a escala de Borg (1982). Para isso, foi desenvolvida uma pulseira para cada jogador, contendo a respectiva escala (6-20 pontos). O IPE foi registrado com a finalidade de verificar a ação da cafeína sobre esse parâmetro, visto que estudos vêm mostrando que a cafeína pode atuar na sua diminuição (Denadai & Denadai, 1998; Cox, et al., 2002). Previamente à partida, os jogadores foram instruídos sobre a forma correta de interpretar a escala como um parâmetro de identificação da fadiga central e não periférica.

Análise estatística

Os resultados foram expressos em média e (\pm) desvio padrão. Diferenças estatisticamente significante entre os dois tratamentos foram avaliadas usando ANOVA Two Way para medidas repetidas complementada pelo teste *post hoc* de Tukey. O nível de significância adotado foi $P < 0.05$. Análises de correlação entre as variáveis foram feitas usando o modelo de correlação de Pearson. Os dados foram analisados pelo programa estatístico Statistica versão 6.0.

RESULTADOS

Os resultados das características físicas dos avaliados estão demonstrados na Tabela 1. Os resultados das variáveis sanguíneas que apresentaram diferença significativa estão expressos nas Figuras 1A, 1B, 2A e 2B.

Tabela 1- Características físicas dos avaliados.

Variáveis	Média (\pm SD)	Varição
Idade (anos)	16,1 \pm 0,7	15 – 17
Peso (kg)	66,6 \pm 6,1	55,9 – 79
Altura (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 2400 m de Cooper (Marins e Giannichi, 1998).

Comparação Intergrupo da Glicemia em cada Coleta

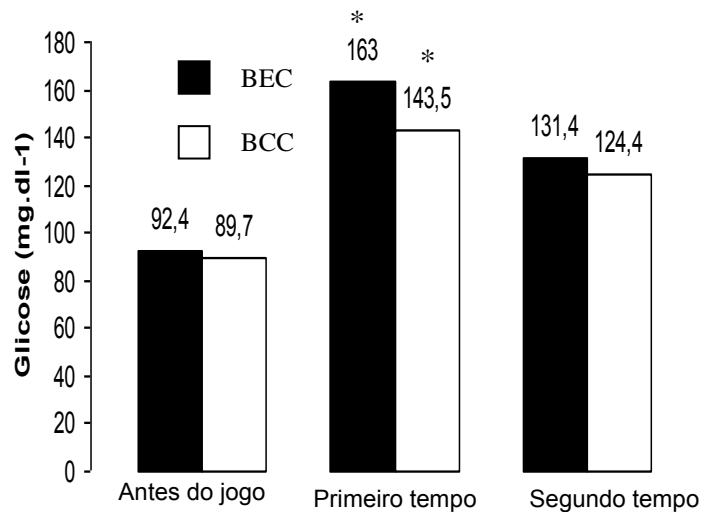


Figura 1A- Valores de glicemia sanguínea de jogadores de futebol durante a partida. (*) Diferença significativa em relação à coleta antes do jogo ($p < 0,05$).

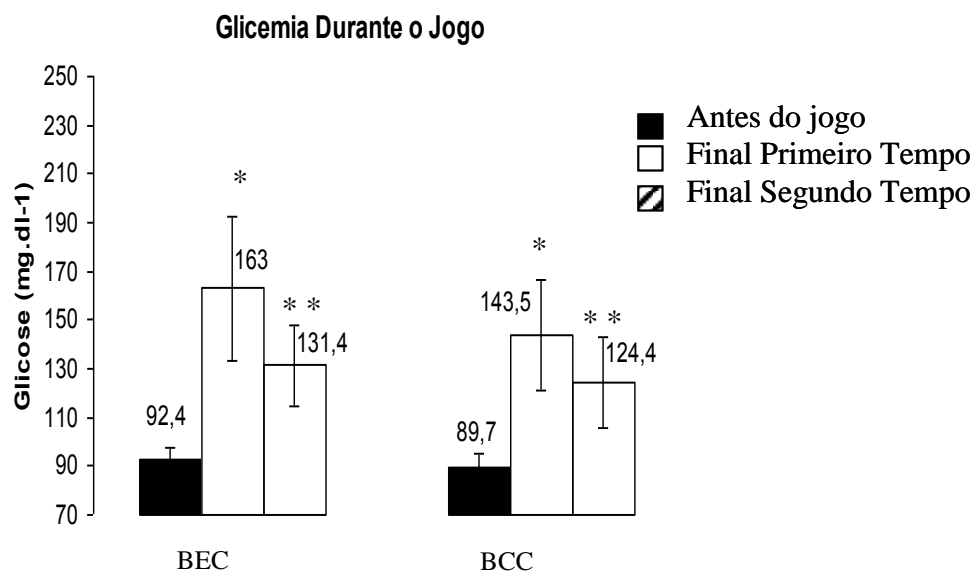


Figura 1B- Efeito do tempo sob os valores de glicemia sanguínea de jogadores de futebol durante a partida. (*) Diferença significativa em relação à coleta antes do jogo. (**) Diferença significativa em relação à coleta antes do jogo e final do primeiro tempo ($p < 0,05$).

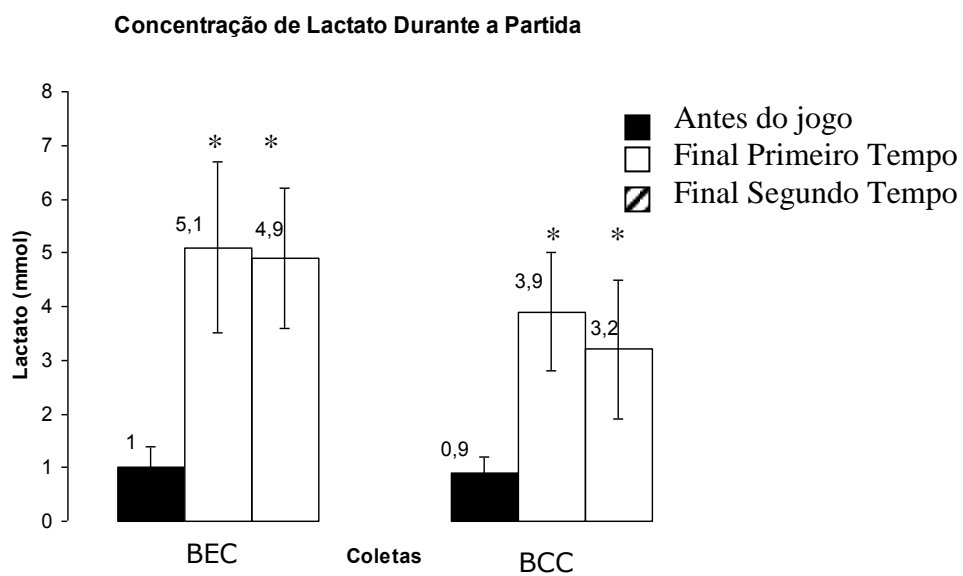


Figura 2A- Efeito do tempo na concentração de lactato de jogadores de futebol durante a partida. (*) Diferença significativa em relação a coleta antes do jogo ($p < 0,05$).

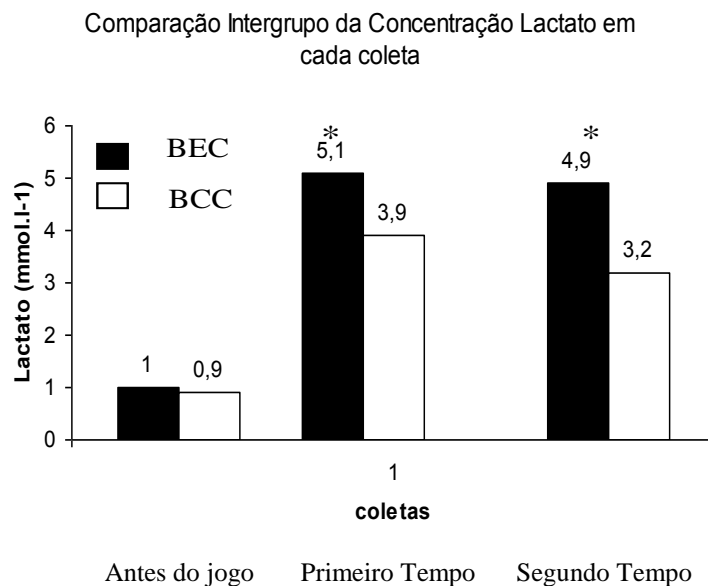


Figura 2B- Concentração de lactato de jogadores de futebol durante a partida. (*) Diferença significativa entre os grupos ($p < 0,05$).

Não houve diferença significativa nos valores GLC plasmática antes das partidas ($p = 0,99$) entre os tratamentos. Em relação aos valores de repouso, tanto em BEC quanto em BCC houve diferença intragrupo nas coletas sanguíneas 2 e 3 em relação a coleta 1, todos com $p < 0,01$, demonstrando um aumento. Houve diferença da coleta 2 para a coleta 3 em BEC e BCC ($p = 0,00$ e $0,04$, respectivamente) ou seja, em ambos os valores na coleta 3 houve redução significativamente em relação a coleta 2.

Na coleta 2, ao final do primeiro tempo de jogo, BCE apresentou valor superior e estatisticamente significativo em relação a BCC ($p = 0,01$); já na coleta 3 não houve diferença estatística entre as bebidas ($p = 0,87$). O comportamento do LAC e da GLC plasmática está demonstrado nas Figuras 3A e 3B.

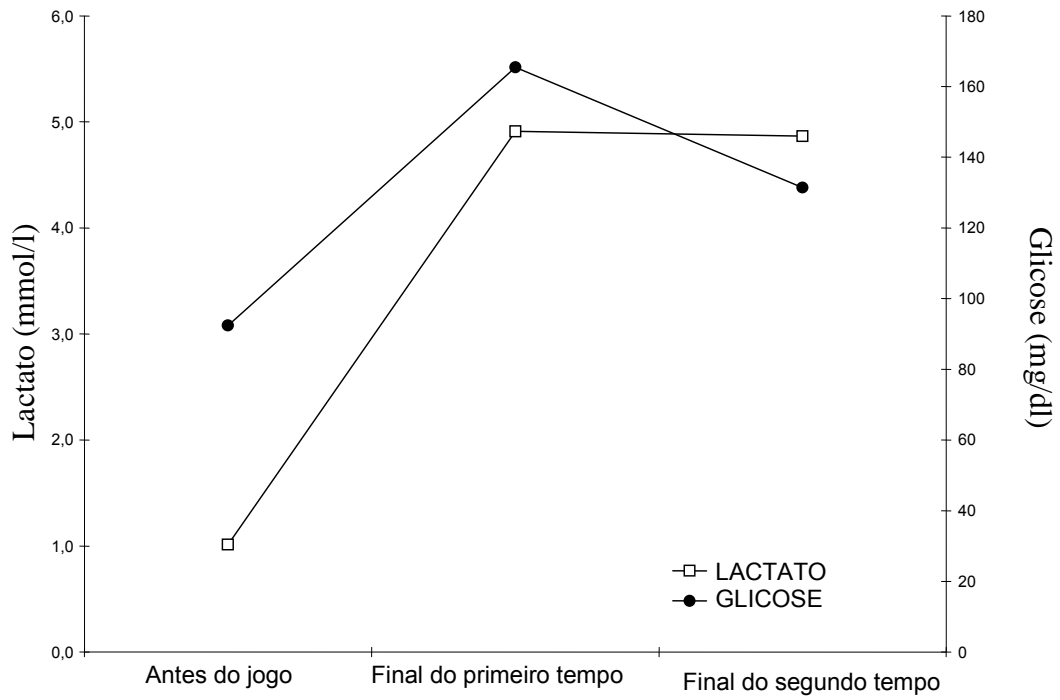


Figura 3A- Concentração de lactato e glicose com o consumo de BEC.

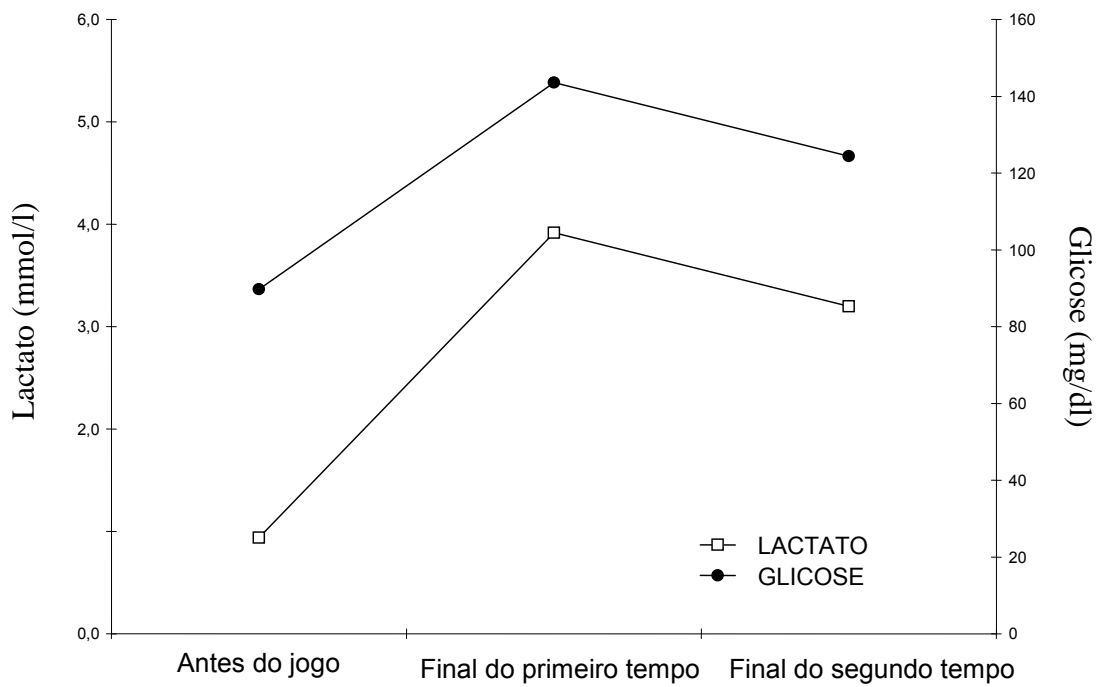


Figura 3B- Concentração sanguínea de lactato e glicose com o consumo de BCC.

Em relação ao potássio plasmático, não foi verificada diferença estatística inter-grupo nas coletas antes da partida e ao final do segundo tempo ($p = 0,99$; $p = 0,47$, respectivamente). Quando os indivíduos consumiram BEC ou BCC houve uma redução significativa (ambas $p < 0,01$) do início para o final do jogo.

Não foi observada diferença significativa na concentração de AGL inter-grupo antes ($p = 0,08$) e no final das partidas ($p = 0,49$). Não foi constatada diferença estatística em BEC ($p = 0,11$) e em BCC ($p = 0,47$), do início para o final do jogo.

Durante o consumo de BCC, não foi constatada a presença de cafeína na urina (CU) ou no plasma dos atletas, confirmando a total abstinência do consumo de produtos cafeinados. No entanto, os valores de cafeína plasmática (CP) ($\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$) em BEC foram: coleta 1 = $0,0 \pm 0,0$; coleta 2 = $1,49 \pm 0,57$; coleta 3 = $6,08 \pm 0,64$. Verificou-se aumento significativo ($p = 0,00$) na concentração de CP na coleta 2 e 3, em relação a coleta 1 (antes do jogo) e da 2 (final do primeiro tempo) para 3 (final do segundo tempo), mostrando que com o decorrer da partida a medida que aumentava o consumo programado de BEC a cafeína no plasma aumentava também. A CP não se correlacionou com as concentrações plasmáticas de LAC, GLC, K^+ , AGL em nenhuma das coletas avaliadas.

A média de CU antes do jogo foi de $0,0 \pm 0,00 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ e após a partida foi de $1,78 \pm 2,00 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$. Houve um aumento estatisticamente significativo entre a coleta antes e após o jogo ($p < 0,01$). A excreção total média de CU após a partida com ingestão de BEC foi aproximadamente $3,34 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$. Não houve correlação entre a cafeína urinária e o volume de urina produzido ($r = -0,20$) e entre a concentração plasmática e urinária de cafeína ($r = -0,22$). Os valores de CU e CP não tiveram correlação com o padrão de uso de cafeína pelos atletas. As figuras

abaixo mostram a concentração da cafeína no plasma (Figura 4A) e na urina (Figura 4B) de cada atleta quando ingeriram a BCE.

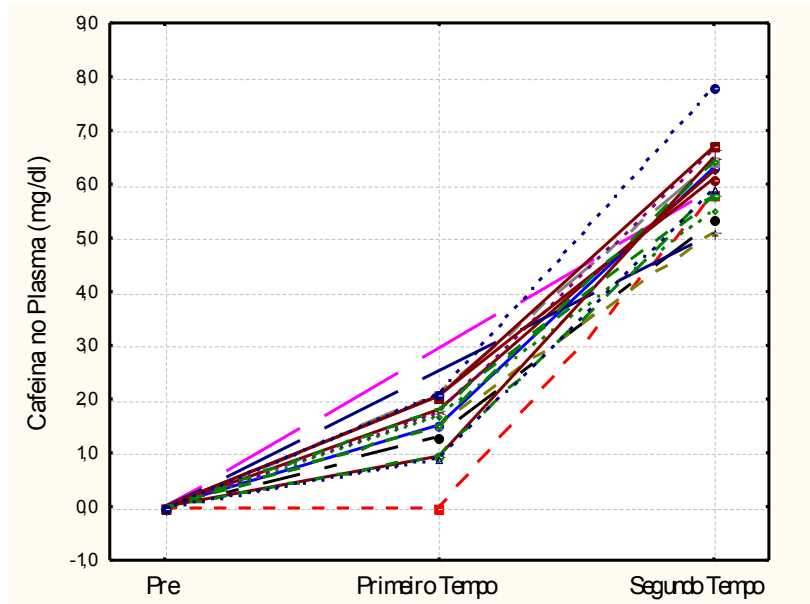


Figura 4A- Valores individuais de concentração da cafeína no plasma com a ingestão de BCE (cada linha representa um jogador).

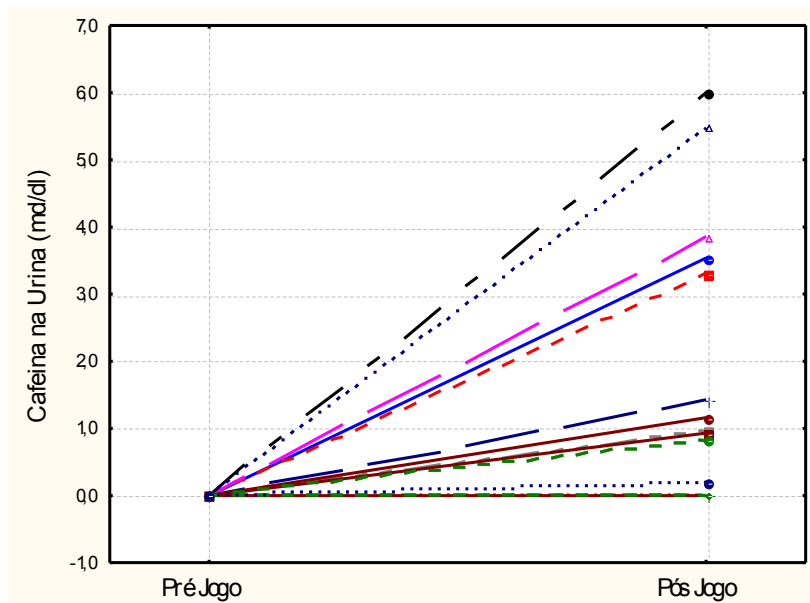


Figura 4B- Valores individuais de concentração da cafeína na urina com a ingestão de BCE (cada linha representa um jogador).

As partidas foram caracterizadas por uma carga física de alta intensidade. Houve um aumento estatisticamente significativo nos valores médios de FC durante

o jogo com a ingestão das diferentes bebidas ($p < 0,046$). Para estimar a intensidade do jogo considerou-se uma FC máxima média de $196 \pm 0,4$ batimentos por minuto (bpm). A média da FC em BEC, incluindo as paradas rápidas para a ingestão de fluidos, foi de $158 \pm 8,2$ bpm, o que corresponde 80,6 % da FC máxima. Na situação BCC, a FC média foi de $154 \pm 8,9$ bpm, que corresponde 74,7 % da FC máxima. A FC média do primeiro tempo e do segundo tempo de jogo não apresentaram correlação com CP ($r = -0,24$; $r = 0,22$, respectivamente).

Em BCE e BCC o IPE foi, respectivamente: início do jogo $7 \pm 1,3$ e $7 \pm 0,49$; final do primeiro tempo $10 \pm 1,7$ e $10 \pm 1,5$; final do segundo tempo $11 \pm 1,2$ e $10 \pm 1,3$. Houve aumento significativo (BEC $P=0,003$ e BCC $P=0,012$) no IPE do início para o final do jogo, contudo as duas bebidas não diferiram ($p=0,145$) no efeito sobre o IPE. Não houve correlação entre o IPE e a concentração de CP no primeiro e no segundo tempo de jogo ($p < 0,05$; $r = -0,14$; $r = -0,41$, respectivamente).

DISCUSSÃO

No presente estudo, os atletas apresentaram valores de GLC significativamente superiores com a ingestão de BCE em relação à BCC, concordando, assim, com os resultados obtidos em outros estudos (Kovacs et al., 1998; Graham et al., 2000). A cafeína é responsável por aumentar a atividade do sistema nervoso simpático, promovendo secreção de hormônios como a adrenalina e noradrenalina (Graham et al., 2000; Laurent et al., 2000, Yeo et al., 2005). Essas catecolaminas podem promover aumento da glicogenólise e, conseqüentemente,

aumentar a concentração da glicose plasmática durante o exercício. Graham et al. (2000), propõem que a cafeína possa estimular a glicogenólise hepática causando, assim, o aumento da glicemia sanguínea. Em um estudo de Yeo et al. (2005), ciclistas que ingeriam bebida carboidratada acrescentada de cafeína (48g/h + 5 mg/kg/h, respectivamente) e se exercitavam a 64 ± 3 % do VO_2 máximo, observaram que quando a cafeína é adicionada à bebida esportiva carboidratada, há aumento da absorção intestinal de glicose. Este aumento na absorção pode ser explicado pelo fato da cafeína inibir a enzima fosfodiesterase, responsável por inibir o AMP-c. Desta forma, há um aumento de AMP-c nas membranas das células do intestino delgado, aumentando a absorção de GLC e promovendo uma maior entrada de glicose na circulação sanguínea (Stumpel et al., 2001). O comportamento observado na glicemia sanguínea com o consumo de BEC, no presente estudo, reafirma este fenômeno positivo para o atleta. Não houve nenhum caso de hipoglicemia durante a realização das partidas com o consumo das duas bebidas.

No presente estudo, os atletas apresentaram um aumento significativo do lactato plasmático com a ingestão de BEC em relação à BCC. Tal fato também tem sido observado em outros estudos em que a ingestão de cafeína foi feita (Jackman et al. 1996; Graham et al., 2000; Laurent et al., 2000; Yeo et al., 2005). Esses autores sugerem que as maiores concentrações de LAC podem ser uma resposta a maiores taxas de quebra do glicogênio muscular (GM), quando os indivíduos ingeriram bebida carboidratada com cafeína, devido a maior secreção de catecolaminas.

Laurent et al. (2000) estudaram o efeito da ingestão de cafeína (6 mg.kg⁻¹ de peso corporal) sobre a utilização do GM, consumida 90 minutos antes da execução

de exercício em bicicleta ergométrica, por 2 horas, a 65% do VO_2 máximo. A ingestão de cafeína não promoveu efeito poupador de GM, ou seja, o GM foi depletado na mesma magnitude tanto na situação placebo quanto com a ingestão de cafeína. Dessa forma, a maior concentração de LAC plasmático não pode ser explicada, seguramente, pela maior quebra de GM sob o consumo de cafeína. Já Graham et al. 2000 observaram que o acúmulo de lactato sanguíneo não apresentava diferença entre os músculos ativos e inativos. Assim, propuseram que o aumento do LAC pode ser explicado, também, por uma menor remoção desse metabólito pelo fígado e músculos não ativos, ou até mesmo, por uma maior produção de LAC por esses.

No presente estudo, a BEC permitiu que os indivíduos realizassem o exercício a uma intensidade superior comparada à intensidade observada em BCC (BEC = 80,6 % e BCC = 74,7 % da FC máxima), o que pode ter contribuído para a maior concentração de LAC quando os atletas ingeriram BEC.

Segundo Kovacs et al. (1998) a ingestão de cafeína permite que o atleta trabalhe em maior intensidade de exercício. Com isso, a produção de LAC é maior em relação à não ingestão de cafeína. Contudo, essa maior concentração de lactato plasmático com a ingestão de BEC não corresponde a uma menor capacidade de execução de *sprints*, como foi visto no estudo de Krstrup et al. (2006). Os autores avaliaram o nível de lactato sanguíneo e muscular de jogadores de futebol dinamarqueses e puderam observar que tal concentração não se correlaciona com a concentração de lactato muscular, não havendo correlação entre este e a queda de performance durante o jogo (Krstrup, et al., 2006).

Em relação ao K^+ , os indivíduos iniciaram ambas partidas com concentrações de K^+ similares e não houve diferença na sua concentração com a ingestão de BCE ou BCC, após a partida ocorreu uma diminuição similar em ambos os tratamentos. A ingestão de cafeína durante o exercício tende a promover a diminuição do K^+ plasmático promovendo, assim, efeito vasoconstritor durante o exercício (Graham et.al., 2000) tendo como consequência o aumento da frequência cardíaca.

Lindinger et al. (1990) propõem que o exercício aumenta a concentração de K^+ na circulação sanguínea decorrente do processo de contração muscular e que sua concentração é proporcional à intensidade do exercício. Contraditoriamente, a ocorrência da diminuição do K^+ com BCE e BCC pode ser explicada pelo fato que os atletas tiveram que parar o exercício para a realização da coleta de sangue e o K^+ é capaz de voltar ao valor de repouso 30 segundos após o fim da atividade (Vollestad, et al., 1994). Cinco minutos após o fim do exercício, os valores podem ser inferiores aos valores de repouso. Dois atletas com a ingestão de BCE e um com a ingestão de BCC apresentaram hipocalemia, definida como concentração de potássio abaixo de $3,5 \text{ meq.l}^{-1}$, após a interrupção do exercício. Essa rápida diminuição do K^+ arterial é reflexo da maior atividade da bomba Na^+/K^+ ATPase, que busca recuperar a homeostase dos íons corporais após o exercício e esse influxo de K^+ para o meio intracelular é proporcional à intensidade do exercício (Lindinger et al., 1995). No presente estudo, os atletas ficaram fora de campo para coleta de sangue cerca de 3 minutos, o que pode explicar valores ao final do exercício inferior ao basal. Assim, como as situações de uma partida de futebol não permitem uma coleta simultânea à execução do exercício, o presente estudo tem limitações para explicar a real ação da cafeína sobre o K^+ plasmático.

As concentrações iniciais de AGL em BEC e BCC foram similares e, contrária a maioria dos estudos, BEC não foi capaz de aumentar a mobilização dos AGL. Houve diminuição de AGL, contudo sem diferença estatisticamente significativa, após ingestão da BEC. Em diferentes estudos a cafeína aumentou a mobilização de AGL (Graham et al., 2000) ou não alterou sua concentração (Kovacs et al. 1998; Bell et al. 2000). Weir et al., (1986) propõem que as divergências dos resultados podem ser devido a fatores nutricionais, em particular aos estoques corporais de carboidratos e simultânea ingestão de carboidrato, que pode influenciar a resposta dos AGL à cafeína. O primeiro a observar a interação da dieta com os AGL foi Bellet et al. (1965). Eles mostraram que uma dose de 250 mg de cafeína causa aumento dos AGL em 0.82 mmol.l^{-1} em 3 horas. Contudo, quando glicose era ingerida simultaneamente, o nível de AGL era reduzido nas 2 primeiras horas após a ingestão. No presente estudo, uma possível explicação para a diminuição da mobilização dos AGL pode ser o fato de BEC ter promovido uma maior elevação glicêmica, possivelmente devido a uma maior absorção intestinal. Os níveis glicêmicos mais altos podem ter estimulado maior secreção de insulina, inibindo assim a mobilização dos AGL. A ingestão de cafeína junto com glicose aumenta mais a secreção insulínica, em comparação ao consumo de glicose somente (Graham et al., 2001). Outro fato, que pode ter influenciado negativamente os AGL, foi que a ingestão de BEC foi dividida durante toda a partida. Assim, o pico de ação da cafeína que pode ser alcançado de 15 a 120 minutos após a ingestão de cafeína (Sinclair e Geiger, 2000) pode não ter ocorrido nesse intervalo, não causando os efeitos sobre os AGL. Assim, o pico plasmático dos AGL ocorre normalmente após três horas da ingestão de cafeína (Bellet et al., 1965). No presente estudo, do início

ao final da ingestão passaram-se somente 2 horas, o que pode ter influenciado os valores dos AGL. Isto indica que para uma partida de futebol o consumo de cafeína terá que ocorrer com maior antecedência ao que foi utilizado nesse trabalho.

Um outro fator importante que pode ter deprimido a mobilização dos AGL é a dinâmica bioenergética do jogo de futebol, visto sua característica intermitente com a presença marcante de saltos, *sprints* e a ocorrência de uma alta intensidade de esforço físico podem por si só contribuir para a depressão dos AGL plasmáticos. Observa-se assim, que a intensidade do exercício pode ter influenciado de forma mais determinante no comportamento dos AGL do que a concentração de cafeína empregada em BEC.

A CP com o consumo agudo de BEC na coleta 3 foi equivalente a $31,3 \pm 3,2$ μM . Chesley et al., (1998) colocam que uma ingestão moderada de cafeína (9 mg.kg^{-1} de peso corporal) é capaz de resultar em uma concentração plasmática de 50-100 μM e pode promover poupança de glicogênio muscular (GM). A ingestão de cafeína variou de acordo com a ingestão de líquidos que foi baseada no PC. Assim, a quantidade de cafeína ingerida pelos jogadores variou de 6,9 a 7,6 mg.kg^{-1} de PC, o que correspondeu a uma ingestão média de $7,3 \pm 0,1 \text{ mg.kg}$ de PC. Essa ingestão de cafeína promoveu uma concentração plasmática inferior ao proposto por Chesley et al., (1998) para causar poupança do GM. Assim, apesar de não ter sido realizado no presente estudo a mensuração do GM é sugerido que devido à baixa concentração plasmática de cafeína, BEC não foi capaz de promover poupança do GM, o que pode ter contribuído diretamente para maior valor de LAC em relação à BCC.

No presente estudo, a concentração de CU correspondeu a $1,7 \pm 2,0 \mu\text{g.ml}^{-1}$, com a ingestão de $7,3 \text{ mg.kg}^{-1}$. Já o estudo de Kovacs et al. (1998), os indivíduos

ingeriram bebida carboidratada com cafeína nas concentrações 2,1; 3,2; 4,5 mg.kg⁻¹ e o aparecimento na urina foi dose - dependente, respectivamente: 1,3 ± 0,2; 1,9 ± 0,2; e 2,5 ± 0,2 µg.ml⁻¹, totalizando uma ingestão de bebida carboidratada de 14 ml.kg⁻¹ peso corporal.

Pasman et al. (1998) observaram uma média uma concentração de CU de 4,8 µg.ml⁻¹ com a ingestão de 5 mg.kg⁻¹ em usuários de cafeína bem treinados e 6,1 e 5,8 µg.ml⁻¹ em usuários de cafeína não treinados e não usuários, respectivamente. Essas diferenças entre os sujeitos podem ser explicadas pelas variações individuais na taxa de metabolização de cafeína no fígado (Kovacs, et al, 1998). Desta forma, apesar do consumo agudo de BEC (total durante toda a partida de 23 ml.kg⁻¹), a excreção de cafeína na urina foi pequena. Esse fato é importante, visto que a cafeína não é uma substância proibida pela FIFA, porém, por ser considerada controlada deve-se ter seguridade em seu uso como foi apresentada por BEC.

Verificou-se, quanto ao padrão de uso da cafeína, que os indivíduos se classificavam em: 13 atletas não eram usuários de cafeína (< 50 mg/dia de cafeína) (Chesley, et al. 1998), 5 eram usuários moderados (50 a 200 mg/dia) e 2 atletas eram consumidores regulares de cafeína (acima de 200 mg/dia) (Chesley, et al. 1998). É interessante observar que os dois atletas que apresentaram maior concentração de cafeína no plasma (4,2 e 2,9 µg.ml⁻¹) não eram usuários de cafeína com ingestão diária média de 2,9 e 11,6 mg por dia. Já os dois jogadores que eram consumidores habituais de cafeína com um consumo de 418,4 e 367,9 mg por dia, apresentaram concentrações plasmáticas inferiores aos não usuários (1,9 e 2,6 µg.ml⁻¹). Desta forma, o padrão de uso da cafeína pode influenciar a metabolização deste

composto podendo promover, assim, respostas metabólicas diferentes perante seu consumo.

Os dados de FC reforçam a opinião de estudiosos a respeito da afirmação que o futebol é uma atividade de alta intensidade (Reilly, et al., 2000; Leiper, et al., 2001). A FC apresentada no presente estudo reproduz a carga física de uma partida habitual visto a FC em BEC foi 80,6 % da FC máxima estimada e em BCC 74,7 % apresentou um maior valor médio com diferença estatística significativa em relação a BCC, porém, fisiologicamente, essas diferenças entre as bebidas não implicam em considerações metabólicas importantes, tendo em vista que a diferença de FC média de ± 4 bpm não é capaz de promover diferenças fisiológicas significantes na carga física imposta pelo exercício. Uma limitação do estudo foi que não foram controlados alguns fatores como distancia percorrida e número de *sprints*. Assim, não é possível garantir se BEC promoveu maior aumento de FC independente do nível de atividade executada ou se em BEC os indivíduos mantiveram um nível superior de atividade e, por isso, a FC foi maior.

BEC não causou efeito sobre a percepção subjetiva de esforço dos atletas. A ação da cafeína sobre a percepção subjetiva do esforço vem sendo pesquisada, contudo os resultados são contraditórios. Como no presente estudo, Bell e Mclellan, (2003) também não encontraram diferença estatística no IPE quando os indivíduos se exercitavam a 80 % do VO_2 máximo no ciclo ergômetro após a ingestão de placebo ou cafeína.

Já Cox et al. (2002) observaram que os indivíduos sob a ingestão de cafeína apresentaram um menor IPE pedalando a 70 % do VO_2 máximo. Supostamente, a

cafeína diminuiria a percepção subjetiva do esforço devido a sua ação antagônica sobre os receptores de adenosina no sistema nervoso central. A adenosina é um constituinte celular que é regulada pelo metabolismo do ATP e age como um modulador inibitório da excitabilidade neuronal. Sua estrutura química é semelhante à da cafeína, as duas são purinas, porém, a cafeína tem se mostrado neutralizar a maioria dos efeitos da adenosina. Assim, quando a cafeína se liga aos receptores de adenosina no sistema nervoso central, principalmente os A_{2a}, ela previne a instalação da fadiga central, visto que estimula a liberação de neurotransmissores excitatórios como a dopamina. Desta forma, aumenta a atividade comportamental espontânea impedindo que a atleta perceba os sintomas da fadiga (Davis et al., 2000).

São necessários mais estudos que busquem elucidar o real efeito da cafeína sobre a percepção subjetiva do esforço, visto que situações laboratoriais não são envolvidas por diversos fatores que podem influenciar a ação da cafeína via sistema nervoso central como a ansiedade pré-competitiva, a presença de torcida, adversários e outros.

CONCLUSÃO

Os dados do presente estudo permitem concluir que a BEC promoveu maior concentração plasmática de GLC e LAC. Não ocorreu diferença na concentração de K⁺ entre as duas bebidas. A BEC não aumentou a mobilização de AGL, possivelmente pela ação inibidora da insulina. A concentração de cafeína plasmática

ficou abaixo ($31,3 \mu\text{M}$) do valor proposto para que ocorra poupança de GM ($50\text{-}100 \mu\text{M}$). A concentração de CU ($1,7 \pm 2,0 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$) foi pequena com o consumo agudo de BEC. Apesar de BEC ter promovido maior valor de FC, a diferença não é significativa quando comparamos os efeitos fisiológicos. BEC não foi capaz de diminuir a percepção subjetiva do esforço. Considerando a ação de BEC sobre os parâmetros metabólicos e a sobrecarga imposta ao sistema cardiovascular, essa bebida apresentou-se fisiologicamente segura para ser consumida por atletas mesmo quando submetidos a grande estresse térmico, principalmente por proporcionar maior entrega de glicose a circulação sanguínea podendo, assim, garantir níveis satisfatórios desse substrato, e com isso, retardar a instalação da fadiga.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bell D.G. & Mclellan, T. M. (2002). Exercise Endurance 1, 3, and 6 Hours After Caffeine Ingestion in Caffeine Users and Non-users. *Journal of Applied Physiology*, 93, 1227-34.
- Bell D. G., Mclellan, T. M. (2003) Effect of Repeated Caffeine Ingestion on Repeated Exhaustive Exercise Endurance. *Medicine and Science in Sports & Exercise* **35**, 1348-1354.
- Bellet, S.A., Kerschbaum A., Aspe J. (1965).The effect of caffeine on free fatty acids. *Archivos. International Medicine*, 116,750-52.
- Borg, G. (1982) Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports & Exercise*; **14**: 377 – 87.
- Chesley, A., R.A., Howlett, Heigenhauser, G.J.F., Hultman, E, Spriet, L.L. (1998). Regulation of muscle glycogenolytic flux during intense aerobic exercise after caffeine ingestion. *American Journal Physiology* 275 (*Regulatory Integrative Comp. Physiol.*), 44, R596–R603.
- 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. (2002) Effect of different protocols of caffeine intake on metabolism and endurance performance. . *Journal of Applied Physiology* **93**, 990-999.
- Davis, J. M.; Zuowei Z., Howard S. S.; Kristen A. M.; James B.; Gregory A. H.(2000). Central nervous system effects of caffeine and adenosine on fatigue. *American Journal. Physiology (Regul. Integr. Comp. Physiol)*. 284, 399-404.

Denadai, B.S. e Denadai, M.L. (1998) Effects of caffeine on time to exhaustion in exercise performance below and above the anaerobic threshold. *Brazilian Journal Medicine Biology Research* 31: 581-5.

DRI. (2002). *Dietary References Intakes for energy, carbohydrate, fibre, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids*. Food and Nutrition Board (FNB), Institute of Medicine (IOM). Washington, D.C: National Academy Press.

Federation Internationale Football Association. (2004). Regulations doping control for FIFA competition and out of competition. www.fifa.com.

Graham, T. E. & L. L. Spriet. (1991). Performance and metabolic responses to a high caffeine dose during prolonged exercise. *Journal of Applied Physiology*, 71, 2292-2298.

Graham, T. E., Hibbert, E., Sathasivam, P. (1998). Metabolic and exercise endurance effects of coffee and caffeine ingestion. *Journal Applied Physiology*, 85(3), 883–89.

Graham, T.E., Helge, J.W., Maclean, D.A., Kiens, B., Roichter, E.A. (2000). Caffeine ingestion does not alter carbohydrate or fat metabolism in human skeletal muscle during exercise. *Journal Physiology*, 529, 837-47.

Graham, T.E., Sathasivam, P., Rowland, M., Marko, N., Greer, F., Battram, D. (2001). Caffeine ingestion elevates plasma insulin response in humans during an oral glucose tolerance test. *Canadian Journal Physiology Pharmacology*, 79, 559–565.

Hartmann, A., Nieb, A.M., Griinert-Fuchs, M., Poch, B., Speit, G. (2005) Vitamin E prevents exercise-induced DNA damage. *Mutation Research* **346**, 195-202.

Horswill, C.A. (1998) Effective fluid replacement. *International Journal Sport Nutrition* **8**, 175-195.

Jackman, M.; Wendling, P.; Friars, D. and Graham., TE. (1996). Metabolic, catecholamine, and endurance responses to caffeine during intense exercise. *Journal Applied Physiology*, 81 (4), 1658–1663.

Kesaniemi, Y.; Danforth, E.; Jensen, M.; Kapelman, P.; Lefebvre, P.; Reeder, B. (2001). Dose response issues concerning physical activity and health. . *Medicine and Science in Sports & Exercise*, 33 (6), sup. S 351-8.

Kovacs, E.M.R.; Jos, S.H.C.H.; Brouns, F. (1998). Effect of caffeinated drinks on substrate metabolism, caffeine excretion, and performance. *Journal Applied Physiology*, 85 (2), 709–715.

Krustrup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Kjier, M., Bangsbo J. (2006). Muscle and Blood Metabolites during a Soccer Game: Implications for Sprint Performance. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, 38 (6), 1165-1174.

Laurent, D.; Schneider, K.E.; Prusaczyk, W.K.; Franklin, C.; Suzanne, V.M.; Petersen, K.F.; et al. (2000). Effects of Caffeine on Muscle Glycogen Utilization and the Neuroendocrine Axis during Exercise. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 85 (6), 2170-5.

Leiper, J.B., Prentice, A.S., Wrightson, C., Maughan, R.J. (2001) Gastric emptying of a carbohydrate- electrolyte drink during a soccer match. *Medicine Science Sports Exercise* **33**, 932-38.

- Lindinger, M.I. (1995). Potassium regulation during exercise and recovery in humans: Implications for skeletal and cardiac muscle. *Journal of Molecular and Cellular Cardiology* 27, 1001-22, 1995.
- Margaritis, I., Palazzetti, S., Rousseau, A.S., Richard, M.J., Favier, A. (2003) Antioxidant supplementation and tapering exercise improve exercise-induced antioxidant response. *Journal of the American College of Nutrition* 22, 147–156.
- Marins, J.B., Giannichi, R.S. (1998) Avaliação & Prescrição de Atividade Física - *Guia Prático*. In: *Antropometria*. Shape, 3ª edição . Shape, Rio de Janeiro:45-X. (Em português).
- Mastaloudis, A., Morrow, Y.J.D, Hopkins, Z.D.W, Devaraj, Y.S, Traber, M.G. (2004) Antioxidant supplementation prevents exercise-induced lipid peroxidation, but not inflammation, in ultramarathon runners. *Free Radical Biology & Medicine* 36, 1329 – 1341.
- McArdle W, Katch F, Katch V. (2001). *Nutrição para o desporto e o exercício*. 1ª ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro,
- Pasman, W. J., M. A. van Baak, A. E. Jeukendrup, A. de Haan. (1995). The effect of different dosages of caffeine on endurance performance time. *International Journal Sports Medicine*, 16: 225–230.
- Reilly, T., Bangsbo, J., Franks, A. (2000) Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal Sports Science* 18, 669-83.
- Schneiker, K. T., Bishop, D., Dawson, B., Hackett, L. P. (2006) Effects of caffeine on prolonged intermittent-sprint ability in team-sport athletes. *Medicine and Science in Sports & Exercise* 38, 578-585.

Schröder, H., Navarro, E., Tramullas, A., Mora, J., Galiano, D. (2000) Nutrition antioxidant status and oxidative stress in professional basketball players: Effects of a three compound antioxidative supplement. *International Journal Sports Medicine* **21**, 146-150.

Senturk, U.K., Yalcin. O., Gunduz, F., Kuru, O., Meiselman, H.J., Baskurt, O.G. (2005) Effect of antioxidant vitamin treatment on the time course of hematological and hemorheological alterations after an exhausting exercise episode in human subjects. *Journal of Applied Physiology* **98**, 1272-1279.

Sinclair, C.J.D. & Geiger, J.D. (2000). Caffeine use in sport: a pharmacological review. *J Sports Medicine Physical Fitness* 40: 71-9.

Stuart, G. R., Hopkins, W. G., Cook, C., Cairns, S. P. (2005) Multiple Effects of Caffeine on Simulated High-Intensity Team-Sport Performance. *Medicine and Science in Sports & Exercise* **37**, 1998-2005.

Stumpel, F., Burcelin, R., Jungermann, K., Thorens, B.(2001). Normal kinetics of intestinal glucose absorption in the absence of GLUT2: evidence for a transport pathway requiring glucose phosphorylation and transfer into the endoplasmic reticulum. *Proc Natl Acad Sci USA* 98: 11330–11335.

Tanaka, H., Monahan, K. and Seal, D. (2001) Age- predicted maximal Heart rate revisited. *Journal of American College of Cardiology* 37, 153-6.

Tarnopolsky, M.& Cupido, C. (2000) Caffeine potentiates low frequency skeletal muscle force in habitual and nonhabitual caffeine consumers. *Journal of Applied Physiology* , 89, 1719–24.

Van Soeren, M. H., P. Sathasivam, L. L. Spriet, T. E. Graham. (1993). Caffeine metabolism and epinephrine responses during exercise in users and nonusers. *Journal of Applied Physiology*,75: 805–812.

Vollestad, N.k., Hallen, J., Sejersted, O.M. (1994). Effect of exercise intensity on potassium balance in muscle and blood of man. *Journal of Applied Physiology* ,475: 359-368.

Yeo, S. E., Roy L. P. G. J.; Gareth A. W.; Asker E. J. (2005). Caffeine increases exogenous carbohydrate oxidation during exercise. *Journal of Applied Physiology* 99, 844–50.

Weir J., Noakes TD.,Myburgh K. (1987).A high carbohydrate diet negates the metabolic effects of caffeine during exercise. *Medicine Science Sports Exercise*, 19 (2), 100-5.

**Artigo: EFEITO ERGOGÊNICO DE UMA BEBIDA ESPORTIVA
CAFEINADA SOBRE A PERFORMANCE EM TESTES DE HABILIDADES
ESPECIFICAS DO FUTEBOL**

Ana Paula Muniz Guttierrez¹, Karolina Gatti² Jorge Roberto Perrou Lima³,
Antônio José Natali⁴, Rita de Cássia Gonçalves Alfenas⁵, João Carlos Bouzas
Marins⁶.

^{1,2,5} Departamento de Nutrição e Saúde, Centro de Ciências Biológicas e da
Saúde, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, Brasil.

² Faculdade de Educação Física e Desportos, Centro de Ciências Biológicas,
Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, MG. Brasil.

^{3,5} Departamento de Educação Física, Centro de Ciências Biológicas e da
Saúde, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, Brasil.

Correspondência para/*Correspondence to*: A.P.M. GUTTIERRES. Av.
Antonio Guimarães Peralva, 26. Barbosa Lage. Juiz de Fora. MG. CEP.: 36085-
170.

E-mail: paulagutti@yahoo.com.br.

Telefone de contato: (32) 9118-6420

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi comparar o efeito de uma bebida esportiva cafeinada (BEC) frente a uma bebida carboidratada comercial (BCC) sobre a performance durante a execução de testes físicos-motores de habilidades específicas do futebol. Os atletas foram submetidos a dois testes, salto vertical (*Sargent Jump*) e teste de agilidade (*Illinois Agility Test*), que foram executados antes e após as partidas durante as quais foram consumidas BEC (7% de carboidratos (CHO), concentração de cafeína correspondente a 250 mg.l⁻¹) ou BCC (sem cafeína, 7% de CHO). Os resultados demonstraram que BEC aumentou significativamente ($p < 0,01$) a altura atingida no salto em relação ao momento anterior ao seu consumo e em comparação a BCC ($p = 0,02$). BCC não promoveu aumento na potência de membros inferiores. Tanto BEC ($p = 0,62$) quanto de BCC ($p = 0,93$), não aumentaram a agilidade no teste realizado após a partida em comparação ao realizado anteriormente. Ambas bebidas não foram capazes de melhorar o desempenho na execução do teste de agilidade após a partida ($p = 0,95$). O consumo de BEC proporcionou um efeito ergogênico para jogadores de futebol, aumentando a potencia de membros inferiores relacionada à força explosiva. Contudo, quanto à agilidade não foi possível identificar vantagens no desempenho.

Palavras - Chave: Cafeína, bebida esportiva, salto vertical, agilidade, performance humana.

ABSTRACT

The purpose of the present study was to compare the effect of the consumption of a caffeinated sports drink (CSD) and of an advertising carbohydrate drink (ACD) on soccer players' performance in tests to evaluate physico-motor soccer game skills. The athletes were submitted to two tests, vertical jump (*Sargent Jump*) and *Illinois Agility Test*, which were performed before and after the games during which CSD (7% of carbohydrate (CHO), caffeine concentration equivalent to 250 mg.l⁻¹) or ACD (no caffeine, 7% of CHO). The results indicated that CSD significantly increased ($p < 0,01$) the height reached in the jump compared to before its consumption and to after ACD consumption ($p = 0,02$). ACD did not increase power of lower members (PLM Both CSD ($p = 0,62$) and ACD ($p = 0,93$) did not increase test skills evaluated after the game in comparison to before the game. Both drinks did not improve the performance in the test skills after the game ($p = 0,95$). The consumption of CSD lead to soccer player ergogenic effect by increasing the explosive force PLM. However, in terms of skill it was not possible to identify advantages in the performance

Key-words: Caffeine, sport drink, jump vertical, agility, human performance.

INTRODUÇÃO

Capacidades técnicas e táticas no futebol são dependentes da capacidade física dos jogadores (Hoff et al. 2002). Mais de 90% da partida é executada utilizando-se do sistema aeróbico, com uma intensidade média que corresponde a 80-90% da frequência cardíaca máxima (Helgerud et al. 2001). Contudo, um alto nível de performance nas habilidades específicas anaeróbicas, como saltar o mais alto possível e correr na máxima velocidade (*sprint*) podem ser decisivas para o sucesso esportivo.

Em alguns estudos (Jackman et al. 1996; Graham et al.1998; Kovacs et al. 1998) a cafeína diminuiu a fadiga durante exercícios prolongados. Outros autores, (Stuart, et al., 2005; Schneiker, et al., 2006) avaliaram o efeito da cafeína sobre a execução de habilidades específicas em atletas de esportes coletivos, e identificaram que esse composto foi capaz de aumentar o tempo de exercício, o pico de potência, a capacidade de executar *sprints* (Schneiker, et al., 2006), condução de bola e a acurácia dos passes (Stuart, et al., 2005).

No futebol, força e potência muscular de membros inferiores podem ser avaliadas pela execução do salto vertical que possui estreita relação com a capacidade dos jogadores em percorrer distâncias muito curtas (< 10 m) em um mínimo espaço de tempo e de chutar a bola com a máxima velocidade (Tumilt & Smith, 1992).

A agilidade, permite o corpo mudar de direção rapidamente sendo resultado da combinação de força, velocidade, balanço e coordenação (Draper & Lancaster,1985), sendo uma qualidade física presente durante os jogos de futebol.

Testes de agilidade podem ser os melhores indicadores de performance para jogadores de futebol e provêm melhor indicativo para a diferenciar não atletas, atletas e jogadores recreacionais (Svensson e Drust, 2005).

Em pesquisa na base de dados PUBMED MEDLINE (03/05/2007) utilizando as palavras-chaves “caffeine soccer” e “sport drink caffeine”, “sport drink soccer”, “caffeine skill” foram encontrados somente 33 artigos. Em nenhum dos artigos encontrados foi avaliado o efeito da cafeína em bebidas carboidratadas na execução de habilidades específicas do futebol.

Os efeitos fisiológicos da cafeína ainda são controversos, contudo, estudos observaram alguns efeitos proporcionados após seu consumo que pode agir positivamente no desempenho esportivo de jogadores de futebol como, por exemplo: sua ação sobre a poupança do glicogênio muscular (Rush & Spriet, 2001); a potencialização na força de contração muscular (Tarnopolski & Cupido, 2000); diminuição da dor muscular nos membros inferiores produzidas pelo exercício extenuante (Motl et al., 2006); e diminuição da percepção de esforço (Denadai & Denadai, 1998; Cox, et al., 2002).

Assim, o objetivo do presente estudo foi comparar o efeito da BEC frente à BCC sobre o estado de fadiga dos jogadores durante a execução de testes físicos-motores de habilidades específicas do futebol executados antes e após a partida.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostra

A amostra foi constituída por 18 jogadores de futebol da categoria Junior que participam regularmente de competições da Federação Mineira de Futebol em Minas Gerais (Brasil). Habitualmente, o volume de treinamento desses atletas correspondia a 4 vezes por semana, durante 4 horas por dia, disputando partidas competitivas entre 1 a 2 vezes por semana. O estudo ocorreu na Universidade Federal de Viçosa, na cidade de Viçosa (altitude de 648,74 m), Minas Gerais, Brasil.

A primeira etapa do estudo consistiu de uma avaliação da composição corporal, de acordo com o protocolo de Jackson e Pollock (1978), e do consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), utilizando-se o protocolo de Cooper de 2400 m (Marins e Giannichi, 2003).

Na segunda etapa, foram realizadas duas partidas de futebol que ocorreram com um intervalo médio de 48 horas. O campo no qual foi realizada a partida era de grama natural com dimensões consideradas oficiais de 98,60 m de comprimento por 67,60 de largura. O horário de realização das partidas foram entre 11:00 h às 13:00 horas. Os participantes foram informados verbalmente e por escrito por meio do termo de consentimento que relatava os possíveis riscos à saúde. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa, Brasil. A pesquisa respeitou todos os procedimentos bioéticos propostos pela resolução do governo brasileiro

supervisionado pelo Conselho Nacional de Saúde (nº 196/96). As características físicas dos avaliados estão expressas na Tabela 1.

Tabela 1- Características físicas dos avaliados.

Variáveis	Média (\pm SD)	Varição
Idade (anos)	16,1 \pm 0,7	15 – 17
Peso (kg)	66,6 \pm 6,1	55,9 – 79
Altura (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. Σ = Somatório.

⁽²⁾ Protocolo de 2400 m de Cooper (Marins e Giannichi, 1998).

Desenho experimental

Antes de cada partida, os jogadores receberam um lanche matinal padronizado. A necessidade energética estimada (REE) para cada indivíduo foi calculada seguindo a seguinte fórmula para jovens de 15 a 18 anos utilizando o fator de alto nível de atividade física (1,42): $REE = 88,5 - 61,9 \times \text{idade [anos]} + 1,42 \times (26,7 \times \text{peso [Kg]} + 903 \times \text{altura [m]}) + 25$ (Kcal/dia para deposição de energia), (DRI, 2002). Esta refeição correspondeu a 15% da REE sendo a proporção de macronutrientes divididas em 60% de carboidrato, 15 a 20% de proteínas e 20% a 25% de lipídios (Mcardle, et al. 2001). Os alimentos consumidos foram: Pão francês, manteiga, mussarela, bolo, suco com açúcar e uma fruta (mamão papaya, banana, melancia). Os participantes foram instruídos a ingerir todo o lanche a eles oferecido.

O desenho experimental seguiu o modelo *cross over* duplo cego, no qual os atletas, primeiramente, realizavam os testes físico-motores (*Illinois Agility Test* e o salto vertical-*Sargent Jump*) e na seqüência participavam de duas partidas de futebol, em dois dias distintos ingerindo em situações diferentes Bebida Esportiva

Cafeinada (BEC) ou Bebida Carboidratada Comercial (BCC), seguindo o protocolo de hidratação proposto.

Após a partida, os jogadores eram novamente submetidos aos testes físico-motores, com o objetivo de avaliar o efeito ergogênico de ambas as bebidas sobre o estado de fadiga destes atletas.

Testes Físico-Motores

Potência de membros inferiores

O salto vertical é um dos testes mais usados para avaliar a força explosiva (esta utiliza o sistema energético anaeróbico alático) de membros inferiores de jogadores de futebol (Ayestarán, 2002). A partir de 150 cm de altura, uma parede branca foi marcada a cada 2 centímetro até a altura de 3 metros. Os indivíduos ficavam de lado para a parede em posição em pé, olhando para frente e estendiam o braço e a mão mais próximos da parede para que fosse feita a marcação pelos dedos banhados de pó de giz do ponto mais alto atingido. Os jogadores foram instruídos sobre a padronização da execução do salto vertical (*Sargent Jump*) (Johnson & Nelson, 1979) e foram orientados a marcar a parede no ponto mais alto que fosse possível. A altura do salto vertical foi calculada como a diferença da distância alcançada na posição em pé e a altura atingida durante o salto. A altura foi medida a cada centímetro e foi considerado o maior valor executado em três tentativas.

Agilidade

O *Illinois agility run* é um teste capaz de mensurar a agilidade do atleta para correr em diferentes direções e ângulos e, por isso, retrata a realidade do jogador de futebol durante uma partida. Além disso, o presente teste foi escolhido para ser aplicado devido à simplicidade de sua administração e pelo fato de requerer pouco equipamento.

O percurso do teste está representado na Figura 1. O atleta inicia o trajeto, posicionado no cone 1, correndo em linha reta (10 metros) até o cone 2, e percorre até o primeiro cone posicionado na linha central, entre o cone nº 1 e o nº 4, iniciando aí uma fase de “zigue zague” (ida e volta) entre os quatro cones posicionados no centro distantes 3,3 metros entre eles. Ao final percorre novamente em linha reta até o cone nº 3, e corre mais 10 metros, finalizando o teste quando ultrapassar o cone 4. O jogador deveria fazer o percurso na direção indicada de maneira mais rápida possível passando por todos os cones (Roosen, 2003).

Haviam dois avaliadores, cada qual com um cronômetro que era acionado logo após o comando para o início do teste. Os cronômetros eram desativados quando o avaliado atingia com o pé a marcação final do cone nº 4. Foi realizada a média do tempo marcado nos cronômetros a fim de minimizar os possíveis erros de tempo de reação dos avaliadores para acionar e parar os cronômetros. Segundo Roosen (2003) o desempenho dos atletas era classificado como excelente caso o tempo, em segundos (s), para completar o percurso fosse <15, 2 s; Bom: 16,1-15,2 s; Médio: 18,1-16,2 s; Regular: 18,3-18,2 s; Fraco: > 18,3 s.

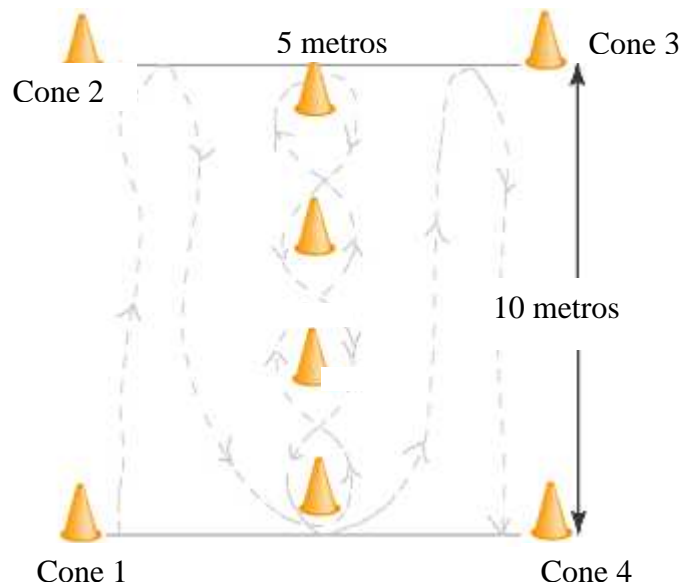


Figura 1- *Illionois Agility Run* (Roosen, 2003)

Consumo das bebidas durante as partidas

Vinte minutos antes do jogo os atletas ingeriram 5 ml.Kg^{-1} de peso corporal (PC) de fluidos e 3 ml.Kg^{-1} PC 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 nomeadas (1 garrafa com 5 ml.kg^{-1} de peso corporal (PC) e 8 com 3 ml.kg^{-1} PC que) e eles foram instruídos a consumir todo o conteúdo de suas respectivas garrafas. A quantidade total de fluidos ingeridos pelos atletas durante a partida foi de $1960,0 \pm 201,3 \text{ ml}$. Para cada dois jogadores havia um avaliador para monitorar a ingestão total das bebidas no tempo estipulado. A quantidade de cafeína consumida foi de 250 mg.l^{-1} de BEC.

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. No dia

BEC e BCC as condições ambientais eram, respectivamente: $32,0 \pm 3,5$ °C e $47,8 \pm 8,6$ UR; $32,4 \pm 4,8$ °C e $46,0 \pm 11,2$ UR, havendo, assim, similaridade nas condições ambientais nos dois dias de estudo.

Instruções aos participantes

Os atletas receberam informações verbais e por escrito sobre os alimentos cafeinados que deveriam ser evitados por cerca de 48 horas antes de cada partida. Os atletas foram instruídos a abster-se de treinamento exaustivo 48 horas antes dos testes.

Bebidas esportivas

A BEC foi elaborada após verificar evidências para um possível benefício de compostos como antioxidantes (Hartmann, et al., 1995; Schröder et al., 2000; Margaritis et al., 2003; Mastaloudis, et al., 2004; Senturk et al., 2005) e cafeína (Cox, et al., 2002; Bell; Mclellan 2002; Stuart, et al., 2005; Schneiker et al., 2006) no desempenho esportivo. A composição da BEC para cada litro foi 7% de carboidratos, 3,3 g de mix de microelementos e cafeína (sódio, cálcio, potássio, selênio, cloreto, fósforo, vitaminas C e E e 250 mg cafeína; M.Cassab®, referência UFRV 4228) e 4g de ácido cítrico. A BCC continha alguns microelementos extras aos apresentados por BCC e com concentrações diferentes: continha 7% de carboidratos,

sódio, cloro, magnésio, potássio, ferro, zinco, manganês, cobre, molibdênio, cromo, selênio e vitamina C.

Análise estatística

Os resultados foram expressos em média, (\pm) desvio padrão, valor máximo e mínimo. Diferenças estatisticamente significativas entre os dois tratamentos foram avaliadas usando Anova Two Way para medidas repetidas complementada pelo teste post hoc de Tukey. O nível de significância adotado foi $p < 0.05$. Análises de correlação entre as variáveis foram feitas usando o modelo de correlação de Pearson. Os dados foram analisados pelo programa estatístico Statistica versão 6.0.

RESULTADOS

Os resultados dos testes físico-motores estão expressos na tabela 2.

Tabela 2- Avaliação dos jogadores em testes físico-motores de habilidades específicas do futebol antes e depois do consumo de BEC e BCC.

Teste	Antes \pm DP (mínimo-máximo)	Depois \pm DP (mínimo-máximo)
Salto vertical BEC (centímetros)	47,9 \pm 5,6 ^a (37,0-58,0)	50,8 \pm 4,6 ^b (40,0-59,0)
Salto vertical BCC (centímetros)	46,3 \pm 4,3 (38,0-53,0)	48,4 \pm 4,2 (39,0-55,0)
Illinois Agility Test BEC (segundos)	15,3 \pm 0,4 (14,3 – 16,2)	15,2 \pm 0,4 (14,3- 16,1)
Illinois Agility Test BCC (segundos)	15,3 \pm 0,4 (14,2-16,1)	15,2 \pm 0,4 (14,4-15,8)

Nota: ^a = Diferença estatisticamente significante intragrupo comparando antes e depois do jogo; ^b = Diferença estatisticamente significante intergrupo.

Em relação ao salto vertical, não houve diferença no desempenho dos atletas antes das duas partidas ($p = 0,17$). Com a ingestão de BEC, os atletas tiveram um aumento estatisticamente significativo na altura alcançada após o jogo em comparação ao salto realizado anteriormente ($p < 0,01$). Já BCC não promoveu melhora na capacidade de salto após sua ingestão ($p = 0,05$). Comparando a ingestão das duas bebidas, BEC promoveu uma melhora na potência de membros inferiores estatisticamente significativa em relação à ingestão de BCC ($P = 0,02$).

No teste de agilidade, não houve diferença no desempenho dos atletas antes do jogo em ambas as partidas ($P = 0,99$). Tanto com a ingestão de BEC quanto de BCC, os atletas não tiveram um aumento estatisticamente significativo no teste de agilidade realizado após a partida em comparação ao realizado anteriormente (BEC: $P=0,62$; BCC = $0,93$). Comparando a ingestão das duas bebidas, ambas não proporcionaram melhora de desempenho na execução do teste de agilidade após a partida ($P = 0,95$). A Tabela 3 mostra o efeito da ingestão de BEC e de BCC sobre a execução dos testes físico-motores.

Tabela 3- Classificação para o nível de agilidade dos atletas considerando o sexo masculino .

Classificação*	Tempo (s)	N antes BEC	N depois BEC	N antes BCC	N depois BCC
Excelente	<15.2	6	7	7	7
Bom	16.1-15.2	11	10	11	11
Médio	18.1-16.2	1	1	0	0
Regular	18.3-18.2	0	0	0	0
Fraco	>18.3	0	0	0	0

Nota: N=número de jogadores. BEC = Bebida esportiva cafeinada. BCC= Bebida carboidratada comercial. * Classificação (Roosen, 2003).

DISCUSSÃO

A cafeína parece contribuir para a otimização substancial de vários aspectos da performance de atletas de esportes coletivos, principalmente na execução de exercícios intermitentes de alta intensidade (Stuart et al., 2005, Schneiker et al., 2006). A capacidade de uma bebida cafeinada otimizar o desempenho esportivo foi comprovada no presente estudo. A opção por avaliar o salto vertical e a agilidade dos atletas foi devido ao fato de que no futebol de alto nível é bastante requerido velocidade, agilidade e potência (Sampaio et al., 2007), qualidades essas presentes nos testes aplicados.

Antes da partida os saltos verticais foram semelhantes entre os grupos. A altura atingida por esses atletas antes do consumo das bebidas (BEC = $47,9 \pm 5,6$ cm e BCC = $46,3 \pm 4,3$ cm) foi superior à altura atingida pelos atletas do estudo de Zoopi et al., (2001) que foi de $42,8 \pm 3,6$ cm para 13 jogadores da equipe Junior da Ponte Preta (São Paulo, Brasil). Os resultados do presente estudo também foram superiores ao apresentado por Moreira et al., (2005) que avaliou jogadores da categoria Juvenil que atingiram a altura de $41,8 \pm 7,5$ cm no mesmo teste.

Após a partida BEC aumentou em média 2,9 cm a altura atingida no salto vertical, já BCC aumentou 2,1 cm. Essa melhora, estatisticamente significativa, na potência nos membros inferiores com o consumo de BEC é importante para o desempenho físico do atleta, visto que um jogador de futebol salta, em média, 15,5 vezes com cerca de 9 cabeceios por partida e executa um *sprint* a cada 90 segundos (Bangsbo et al., 1994).

Pode ser observado que os jogadores que atingiram a menor e maior altura no salto apresentaram uma melhoria no desempenho com o consumo de BEC. Antes da ingestão de BEC, os jogadores com o menor e maior desempenho atingiram, respectivamente, 37 e 58 cm, e após o seu consumo obtiveram 40 e 59 cm. Com BCC ocorreu este aumento no desempenho individual do valor mínimo de 38 para 47 cm, mas o mesmo não foi observado para o valor máximo que de 53 cm foi para 51 cm. Arsanon et al., (2004) demonstraram em seu estudo que há uma relação significativa entre a altura atingida no salto vertical e o sucesso esportivo durante a disputa da liga de futebol da Islândia ($p=0,009$). Desta forma, é possível sugerir que a melhora na execução do salto promovida pelo consumo de BEC pode resultar em efeitos positivos sobre a performance desses atletas ao longo de uma competição.

A ação positiva que BEC poderá exercer sobre o aumento de potência de membros inferiores pode ser importante, principalmente, nos momentos finais da partida, nos quais a fadiga é expressiva devido à depleção do glicogênio muscular (Krustrup et al., 2006). Diferentemente do presente estudo, Stuart et al. (2005) aplicando um circuito de habilidades específicas para jogadores de rugby de elite da Nova Zelândia que tinham consumido cafeína ($6 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ de PC) não observaram aumento na potência gerada pelos membros inferiores.

Outra observação importante é a relação entre potência de membros inferiores e a execução de *sprints*. Wisloff et al. (2004), em um estudo com jogadores de futebol noruegueses de elite, demonstrou que a força muscular e a potência de membros inferiores são variáveis relevantes que influenciam na capacidade de execução de *sprints*. Existem alguns mecanismos que podem explicar a ação da cafeína para o aumento da força muscular, e conseqüente aumento de

potência, entre eles encontram-se: a) aumento da velocidade de transmissão sináptica dos impulsos nervosos (Graham et al., 2001); b) maior disponibilidade de cálcio para a potencialização da contração muscular (Tarnopolsky; Cupido, 2000); c) o antagonismo da cafeína aos receptores de adenosina no sistema nervoso central que age impedindo a instalação dos sintomas da fadiga durante a execução de exercícios intensos (Laurent, et al., 2000; Davis et al., 2002).

A ação da cafeína sobre a potência muscular também foi observada no estudo de Scheneiker et al. (2006). Estes submeteram atletas de diferentes esportes coletivos, inclusive jogadores de futebol, a execução de *sprints* intermitentes em ciclo ergométrico. Foi observado um aumento significativo na quantidade de trabalho executado e no pico de potência atingido por esses atletas com a ingestão de 6 mg.kg⁻¹ de PC de cafeína. Dessa forma, o consumo de BEC pode ser positivo para o aumento da potência de membros inferiores, que pode contribuir em uma melhor execução de movimentos, que podem ser definidores em uma partida como os cabeceios e os *sprints*.

A cafeína parece melhorar o tempo de execução dos sprints, a potência anaeróbica (Schneiker et al., 2006) e o tempo de reação (Kruk et al., 2001) que juntos integram os aspectos da agilidade. Apesar disso, no presente estudo, BEC não foi capaz de melhorar de forma significativa o tempo de execução do *Illinois Agility Test*. Antes da ingestão de BEC 33,3% dos atletas obtiveram o desempenho classificado como “excelente”, 61,1% “bom” e 5,6% “médio”. Após o consumo de BEC 38,9% obteve “excelente”, 55,5% “bom” e 5,6% “médio”. Com a ingestão de BCC a classificação foi exatamente a mesma antes e após o jogo: 38,9% “excelente” e 61,1% classificado como “bom” (veja Tabela 3). Contudo, é importante observar

que as duas bebidas promoveram a manutenção da agilidade ao final da partida. Possivelmente, caso fosse aplicada avaliação da agilidade sem a adoção de estratégias de hidratação durante a partida haveria uma queda no desempenho dos jogadores.

Lorino et al. (2006) que pretenderam avaliar se uma dose aguda de cafeína (6 mg.kg⁻¹ de PC) era capaz de melhorar a execução de um teste de agilidade denominado *proagility run* em homens jovens ativos, encontraram que a dose de cafeína aplicada não foi capaz de melhorar a agilidade dos participantes. No presente estudo, a ingestão de cafeína variou de acordo com a ingestão de líquidos que foi baseada no PC. Assim, o jogador que ingeriu menor e maior quantidades de cafeína foi, respectivamente, 6,9 e 7,6 mg.kg⁻¹ de PC o que correspondeu a uma ingestão média de 7,3 ± 0,1 mg.kg⁻¹ de PC. Dessa forma, esse consumo superior àquele do estudo de Lorino et al. (2006), também não foi capaz de aumentar a agilidade dos atletas no respectivo teste.

A possível explicação para o fato de não ter ocorrido diferença na resposta da agilidade é que a dose empregada no presente estudo foi insuficiente para promover mudanças significativas nos processos coordenativos que envolvem a agilidade. Assim, sugere-se outros estudos que apliquem doses maiores para que seja possível detectar o efeito da cafeína sobre a agilidade. Outra possibilidade é que os padrões coordenativos não sofram interferência do consumo de cafeína da mesma forma que ocorre com a força muscular. O processo de agilidade, apesar de possuir uma interferência do sistema anaeróbico alático, é dependente de um processo coordenativo complexo.

A manutenção ou a melhora nesses testes após o jogo pode indicar desejáveis níveis de desempenho nos momentos finais da partida. Parece que para atletas de esportes coletivos a manutenção da precisão na execução das habilidades específicas, principalmente, no final do jogo é decisiva para o sucesso esportivo (Stuart et al., 2005).

Uma limitação do presente estudo foi a falta de avaliação dos atletas executando esses testes em uma situação controle (sem hidratação) e com um plano de hidratação composto por água. Um exemplo disso, foi o trabalho de Guerra (2004) que avaliou a performance de jogadores de futebol com a ingestão de bebida carboidratada (BC), água (AG) e sem hidratação (SH). Pode-se observar que os jogadores tiveram queda no desempenho (representada pelo tempo de corrida e número de *sprints*) no segundo tempo de jogo de 11,32%, 11,85% e 24,88%, respectivamente, nas situações BC, AG e SH.

Já Ostojic & Mazic (2002) avaliaram os efeitos de uma bebida esportiva (7% de carboidratos) em comparação a um plano de hidratação composto por água sobre testes de habilidades específicas do futebol, (potência, coordenação e drible) executados após uma partida. Observaram que os atletas que consumiram bebida carboidratada (7% de carboidratos) foram mais velozes na execução do teste de drible ($12,9 \pm 0,4$ segundos (s) vs $13,6 \pm 0,5$ s) e apresentaram maior taxa de precisão em relação ao grupo que consumiu água ($17,2 \pm 4,8$ s vs $15,1 \pm 5,2$ s). O acréscimo de cafeína nas bebidas esportivas pode produzir um efeito ergogênico interessante uma vez que promove o aumento da absorção intestinal de glicose (Yeo

et al., 2005) que proporciona uma maior disponibilidade desse substrato que é fonte energética preferencial em esportes intermitentes como o futebol.

CONCLUSÃO

O consumo de BEC foi capaz de melhorar a altura atingida no salto vertical podendo, assim, ser considerada um agente ergogênico capaz de evitar a instalação dos sintomas de fadiga para a execução do teste após o jogo.

Já em relação à agilidade, as duas bebidas demonstraram atuar de forma semelhante, ou seja, tanto BEC quanto BCC não foram capazes de aumentar a agilidade.

Assim, recomenda-se o consumo de BEC como composto ergogênico para jogadores de futebol, visto que o aumento na potência dos membros inferiores pode melhorar o desempenho da força explosiva desenvolvida por esses atletas mesmo no final da partida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arnason, A., Sigurdsson, S.B., Gudmundsson, A., Holme, I., L. Engebretsen, L., Bahr, R. (2004). Physical Fitness, Injuries, and Team Performance in Soccer. . *Medicine and Science in Sports & Exercise* 36 (2), 278-85.
- Ayestarán, E.G. (2002) Fútbol: bases fisiológicas, evaluación y prescripción del Entrenamiento. *Cuadernos Técnicos de Deporte* 13, 16-57.
- Bangsbo J. (1994). The physiology of soccer with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiology Scandinavia Supplement* 619:1–155.
- Bell, D. G., Mclellan, T. M. (2003) Effect of Repeated Caffeine Ingestion on Repeated Exhaustive Exercise Endurance. *Medicine and Science in Sports & Exercise* 35, 1348-1354.
- 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. (2002) Effect of different protocols of caffeine intake on metabolism and endurance performance. . *Journal of Applied Physiology* 93, 990-999.
- Davis, J. M.; Zuowei Z., Howard S. S.; Kristen A. M.; James B.; Gregory A. H.(2000). Central nervous system effects of caffeine and adenosine on fatigue. *American Journal. Physiology (Regul. Integr. Comp. Physiol)*. 284, 399-404.
- Denadai, B.S. e Denadai, M.L. (1998) Effects of caffeine on time to exhaustion in exercise performance below and above the anaerobic threshold. *Brazilian Journal Medicine Biology Research* 31: 581-5.

Draper, J. A., Lancaster, M. G. (1985). The 505 test: A test for agility in the horizontal plane. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport* 17, 5-18.

DRI. (2002). *Dietary References Intakes for energy, carbohydrate, fibre, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids*. Food and Nutrition Board (FNB), Institute of Medicine (IOM). Washington, D.C: National Academy Press.

Graham, T. E., Hibbert, E., Sathasivam, P. (1998). Metabolic and exercise endurance effects of coffee and caffeine ingestion. *Journal Applied Physiology*, 85(3), 883–89.

Graham, T.E., Sathasivam, P., Rowland, M., Marko, N., Greer, F., Battram, D. (2001). Caffeine ingestion elevates plasma insulin response in humans during an oral glucose tolerance test. *Canadian Journal Physiology Pharmacology*, 79, 559–565.

Guerra, I. (2004) *Efeito de diferentes estratégias de reposição de líquidos e de carboidratos no desempenho de jogadores de futebol*. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1-92. (Em Português: Resumo em Inglês).

Hartmann, A., Nieb, A.M., Griinert-Fuchs, M., Poch, B., Speit, G. (2005) Vitamin E prevents exercise-induced DNA damage. *Mutation Research* **346**, 195-202.

Helgerud, J., Engen, L.C., Wisloff, U., Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine and Science in Sports & Exercise* 33, 1925–31.

Hoff, J., Wisloff U, Engen, L.C. Kemi, O.J., Helgerud, J. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *British Journal of Sports Medicine* 36, 218–21.

- Jackman, M., Wendling, P., Friars, D. Graham, T.E. (1996). Metabolic, catecholamine, and endurance responses to caffeine during intense exercise. *Journal Applied Physiology*, 81 (4), 1658–1663.
- Johnson, B.L., Nelson, J.K. (1979). Practical Measurements for evaluation in physical education. Minnesota: Burgess Publishing Company, p.470.
- Kovacs, E.M.R., Jos, S.H.C.H., Brouns, F. (1998) Effect of caffeinated drinks on substrate metabolism, caffeine excretion, and performance. *Journal Applied Physiology* **85**, 709–715.
- Kruk B, Chmura J, Krzeminski K, Ziemia AW, Nazar K, Pekkarinen H, Kaciuba-Uscilko H. (2001). Influence of caffeine, cold and exercise on multiple choice reaction time. *Psychopharmacology*.157(2):197-201
- Krustrup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Kjier, M., Bangsbo J. (2006). Muscle and Blood Metabolites during a Soccer Game: Implications for Sprint Performance. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, 38 (6), 1165-1174.
- Laurent, D.; Schneider, K.E.; Prusaczyk, W.K.; Franklin, C.; Suzanne, V.M.; Petersen, K.F.; et al. (2000). Effects of Caffeine on Muscle Glycogen Utilization and the Neuroendocrine Axis during Exercise. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 85 (6), 2170-5.
- Lorino, A.J., Lloyd, L.K., Crixell, S.H., Walker, J.L. (2006). The effects of caffeine on athletic agility. *Journal of Strength and Conditioning Research* 20(4), 851-4.
- Margaritis, I., Palazzetti, S., Rousseau, A.S., Richard, M.J., Favier, A. (2003) Antioxidant supplementation and tapering exercise improve exercise-induced antioxidant response. *Journal of the American College of Nutrition* **22**, 147–156.

Marins, J.B., Giannichi, R.S. (1998) Avaliação & Prescrição de Atividade Física - *Guia Prático*. In: *Antropometria*. Shape, 3ª edição . Shape, Rio de Janeiro:45-X. (Em português).

Mastaloudis, A., Morrow, Y.J.D, Hopkins, Z.D.W, Devaraj, Y.S, Traber, M.G. (2004) Antioxidant supplementation prevents exercise-induced lipid peroxidation, but not inflammation, in ultramarathon runners. *Free Radical Biology & Medicine* **36**, 1329 – 1341.

Mcardle W, Katch F, Katch V. (2001). *Nutrição para o desporto e o exercício*. 1ª ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.

Motl, R.W., O'Connor, P.J., Tubandt, L., Puetz, T., Ely, M.R. (2006). Effect of caffeine on leg muscle pain during cycling exercise among females. *Medicine and Science in Sports & Exercise* **3** (3), 598-604.

Ostojic, S.M., Mazic, S. (2002). Effects of a carbohydrate-electrolyte drink on specific soccer tests and performance. *Journal of Sport Science Medicine* **1**, 47-53.

Roosen, M. Illinois agility test. www.nscs-lift.org/perform.

Rush, J.W. E., Spriet, L.L. (2001). Skeletal muscle glycogen phosphorylase *a* kinetics: effects of adenine nucleotides and caffeine. *Journal of Applied Physiology* **91**, 2071–2078.

Sampaio, J., Aguiar, M., Maças V., Ibáñez, S.J., Abrantes C. (2007). Changes in speed, explosive strength and anaerobic power after application of two different training methods in soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine*. Suppl. **10**, 135.

Schneiker, K. T., Bishop, D., Dawson, B., Hackett, L. P. (2006) Effects of caffeine on prolonged intermittent-sprint ability in team-sport athletes. *Medicine and Science in Sports & Exercise* **38**, 578-585.

Schröder, H., Navarro, E., Tramullas, A., Mora, J., Galiano, D. (2000) Nutrition antioxidant status and oxidative stress in professional basketball players: Effects of a three compound antioxidative supplement. *International Journal Sports Medicine* **21**, 146-150.

Senturk, U.K., Yalcin, O., Gunduz, F., Kuru, O., Meiselman, H.J., Baskurt, O.G. (2005) Effect of antioxidant vitamin treatment on the time course of hematological and hemorheological alterations after an exhausting exercise episode in human subjects. *Journal of Applied Physiology* **98**, 1272-1279.

Stuart, G. R., Hopkins, W. G., Cook, C., Cairns, S. P. (2005) Multiple Effects of Caffeine on Simulated High-Intensity Team-Sport Performance. *Medicine and Science in Sports & Exercise* **37**, 1998-2005.

Svensson, M., Dust, B. (2005). Testing soccer players. *Journal of Sports Science* **23** (6), 601-618.

Tarnopolsky, M., Cupido, C. (2000). Caffeine potentiates low frequency skeletal muscle force in habitual and nonhabitual caffeine consumers. *Journal of Applied Physiology* **89**, 1719–1724,

Tumilty, D., Smith, R.A. (1992) Results of physiological tests and a game simulation for junior soccer players. *Journal of Sports Science* **10**, 162 .

Wisloff U, Castagna C, Helgerud J, Jones R, Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sports Medicine* **38**, 285-288.

CONCLUSÕES GERAIS

Comparando o efeito das duas bebidas sobre o balanço hídrico dos jogadores, a bebida esportiva cafeinada (BEC) promoveu uma maior perda de peso corporal, maior percentual de desidratação e maior taxa de sudorese em relação à bebida carboidratada comercial (BCC). Contudo, apesar da maior perda hídrica registrada por maior produção de suor, quando do consumo de BEC, os níveis de desidratação atingidos se mantiveram em níveis fisiológicos aceitáveis, não contraindicando o seu consumo.

Em relação aos parâmetros metabólicos, BEC promoveu maior concentração plasmática de glicose e lactato. Não ocorreu diferença na concentração de potássio entre as duas bebidas. A BEC não aumentou a mobilização de ácidos graxos livres, possivelmente pela ação inibidora da insulina.

Comparando o efeito da BEC frente à BCC sobre a execução dos testes físicos-motores, o consumo de BEC foi capaz de melhorar a altura atingida no salto vertical. Já em relação à agilidade, as duas bebidas demonstraram atuar de forma semelhante, ou seja, tanto BEC quanto BCC não foram capazes de aumentar a agilidade.

Apesar de BEC ter promovido maior valor de frequência cardíaca, fisiologicamente, essa diferença não é significativa. BEC não foi capaz de diminuir a percepção subjetiva do esforço.

Tendo em vista as condições do estudo é possível considerar que a ação de BEC sobre os parâmetros de hidratação, metabólicos, de performance, cronotrópicos e subjetivos, apresentou-se fisiologicamente segura para ser consumida por atletas

mesmo quando submetidos a grande estresse térmico. Além disso, BEC promove efeitos ergogênicos positivos sobre a potência de membros inferiores que pode ser decisiva para várias habilidades específicas do futebol.

ANEXOS

ANEXO I

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO E SAÚDE**

AVALIADO:

FORMULÁRIO DE TERMO DE CONSENTIMENTO

“Concordo voluntariamente em me submeter a uma pesquisa, que tem como finalidades avaliar as respostas cardiovasculares e orgânicas gerais, frente a aplicação de um período de esforço físico de média e alta intensidade. Sou sabedor que este esforço será realizado no LAPEH, ou nas dependências do Departamento de Educação Física, com possibilidade de aparecimentos de sintomas como cansaço, falta de ar, elevada frequência cardíaca, sudorese, durante a prática ou ao final desta, recuperando facilmente este quadro, sendo mínimas as probabilidades de ocorrerem condições de difícil controle clínico. Sou sabedor ainda que não receberei nenhum tipo de vantagem econômica ou material por participar do estudo, além de poder abandonar a pesquisa em qualquer etapa de seu desenvolvimento. Estou em conformidade que meus resultados obtidos, sejam divulgados no meio científico, sempre resguardando minha individualidade e identificação. Declaro ainda que não sou possuidor de nenhuma comprometimento metabólico ou orgânico que me impeça de realizar um exercício físico. Estou suficientemente informado pelos membros do presente estudo, sobre as condições em que irão ocorrer as provas experimentais, sobre responsabilidade do prof. Dr. João Carlos Bouzas Marins e sua equipe de trabalho”.

Assinatura

Prof. Dr. João Carlos B. Marins
Orientador do projeto

Prof. Ana Paula Muniz Gutierrez
Orientada

Voluntário

Viçosa, _____ de 2006