

**KAROLINA GATTI**

**EFEITO DA FORMA FÍSICA DE SUPLEMENTOS ENERGÉTICOS NO  
DESEMPENHO E NA HIDRATAÇÃO NO 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  
2009**

**KAROLINA GATTI**

**EFEITO DA FORMA FÍSICA DE SUPLEMENTOS ENERGÉTICOS NO  
DESEMPENHO E NA HIDRATAÇÃO NO 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*.

APROVADA: 15 de dezembro de 2009.

---

Prof<sup>a</sup>. Rita de Cássia Gonçalves Alfenas  
(Co-orientadora)

---

Prof<sup>o</sup>. Paulo Roberto dos Santos Amorim  
(Co-orientador)

---

Prof<sup>o</sup>. Jorge Roberto Perrout de Lima

---

Prof<sup>o</sup>. José de Fátima Juvêncio

---

Prof<sup>o</sup>. João Carlos Bouzas Marins  
(Orientador)

Dedico aos  
meus pais, José Luiz e Vera,  
à minha irmã, Juliana  
e ao meu orientador, João,  
por fazerem tudo isso valer a pena.

"No meio de toda dificuldade encontra-se a oportunidade."

(Albert Einstein)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida, pelas oportunidades que me fizeram chegar até aqui e por toda a força para transpor os obstáculos durante todo o percurso.

Aos meus pais, que sempre incentivaram e investiram na minha educação, por toda a participação nessa caminhada sempre ao meu lado me dando todo o apoio moral e financeiro. Sem vocês essa conquista não seria possível!

À minha irmã, que foi e continua sendo um exemplo de pessoa para mim, por sempre me estimular a seguir esse caminho, por todo apoio e conselhos.

Ao meu querido orientador, professor João Carlos Bouzas Marins, por todo o conhecimento adquirido desde a época da graduação, pelo meu crescimento como pessoa e como profissional, por me incentivar a fazer o mestrado, por todas as oportunidades, pela compreensão e puxões de orelha nos meus momentos de desânimo. Enfim, por ser para mim, além de um referencial de profissional, um exemplo de pessoa!

À Nádia Ottoline, pelo incentivo inicial para que eu participasse do grupo de pesquisa do Laboratório de Performance Humana (LAPEH ) e pela realização da avaliação antropométrica dos voluntários.

Aos meus co-orientadores, Prof<sup>o</sup> Paulo Roberto Amorim, Prof<sup>a</sup> Rita de Cássia Gonçalves Alfenas e Prof<sup>a</sup> Maria do Carmo Gouveia Peluzio, que muito contribuíram para enriquecer o trabalho.

Ao colega de mestrado (atualmente mestre) e amigo Cristiano, que me aconselhou e orientou com a sua experiência, me ajudando a solucionar os problemas encontrados. A sua participação foi determinante para o meu trabalho. E ao Saulo, por todo apoio e ajuda!

A todos os outros colegas de mestrado integrantes do grupo de pesquisa do LAPEH (Mariana, Pedro, Matheus, Osvaldo, Danilo, Rafael e Igor), e aos estudantes de

graduação, que foram essenciais para a concretização deste trabalho. Ao colega Miguel por toda a ajuda no dia do experimento. Vocês foram ESSENCIAIS para a concretização desse trabalho!

À associação “Viçosa Esporte e Lazer” (VEL), em especial ao Duca e Luís, por abrirem as portas da associação para que o trabalho fosse realizado e por todo o apoio. E aos jogadores da categoria juvenil do VEL pela participação no estudo e por toda a colaboração como voluntários.

Ao meu amigo-irmão Geraldo Magela Braga Filho, pelo companheirismo, por toda atenção, pelos momentos de distração, por cuidar de mim como irmã, por me compreender nos meus momentos “eu tô rendendo”, enfim por toda amizade e por ser o meu pedaço razão! Teria sido tudo muito difícil sem você, amigão! E a toda família Braga por me “adotarem” como amiga-irmã e por todo o carinho!

À minha amiga-irmã Áurea, pelo carinho, conselhos, confidências, por também me compreender nos meus momentos “eu tô rendendo”, pelos puxões de orelha, por ser o meu pedaço emoção! À minha amiga e “cunhadinha” Dani Neves, por toda amizade e companheirismo nos bons e maus momentos! É simplesmente maravilhoso ter amigas como vocês!

À minha amiga Lívia Clímaco, e aos seus pais Anna Cristina e César por me “abraçarem”, por todo acolhimento, apoio, carinho e preocupação em todos os momentos, inclusive nos mais difíceis. E principalmente por muito me acrescentarem espiritualmente.

Aos meus amigos de Viçosa, Arlindo, Murici, Vinícius e Hugo por toda a companhia, amizade, divertimento e pelos vários bons momentos que compartilhamos. A caminhada foi muito mais fácil e melhor com a presença de vocês.

À minha fisioterapeuta e amiga Lorena Xavier que me proporcionou alívio, por todo o carinho e cuidado comigo e com a minha saúde. E aos fisioterapeutas Abdo e Célber por toda atenção e cuidado nos momentos mais difíceis e dolorosos. Vocês foram verdadeiros “anjos” na minha vida!

Às amigas de curso e de república Catarina e Társis, e as amigas da república atual, Kelly e Flávia, pela amizade, pelos ótimos momentos que vivemos, pela compreensão, paciência, aconselhamentos e apoio.

Ao meu cunhado por todo o apoio, principalmente nos recursos informáticos e tecnológicos.

Aos meus familiares e amigos que estão distantes fisicamente, mas que sempre rezaram e torceram por mim.

Aos funcionários do LAPEH, Baião, Penha, Paulo, Ferreira, José Francisco por toda atenção e disposição em ajudar sempre.

À Universidade Federal de Viçosa, ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição e aos Departamentos de Nutrição e Saúde e de Educação Física, pela oportunidade de realização do curso de pós-graduação e pela disponibilização da estrutura física e materiais.

Ao Laboratório de Performance Humana (LAPEH) pelo financiamento de parte deste estudo.

A CAPES/PROF, pela bolsa de estudos concedida nos quatro últimos meses do mestrado.

## **BIOGRAFIA**

KAROLINA GATTI, filha de José Luiz Gatti e Vera Lucia Polez Gatti, nasceu no dia 30 de novembro de 1982, na cidade de Colatina, Espírito Santo.

Em maio de 2002, ingressou no Curso de Nutrição na Universidade Federal de Viçosa, onde foi bolsista de iniciação científica (CNPq) por um ano, orientada pelo professor José Alberto Pinto e co-orientada pelo professor João Carlos Bouzas Marins, pesquisando na área de nutrição esportiva. Graduou-se em março de 2007.

Em agosto de 2007, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Ciência da Nutrição, em nível de Mestrado, na Universidade Federal de Viçosa, concluindo os requisitos para obtenção do título de *Magister Scientiae* com defesa de dissertação em 15 de dezembro de 2009.



## SUMÁRIO

|   |     |
|---|-----|
| <b>RESUMO</b> .....   | x   |
| <b>ABSTRACT</b> .....   | xii |
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....  | 1   |
| <b>2. OBJETIVOS</b> .....   | 4   |
| <b>2.1. Objetivo geral</b> .....  | 4   |
| <b>2.2. Objetivos específicos</b> .....   | 4   |
| <b>3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....  | 5   |
| <b>CAPÍTULO 1: REPOSIÇÃO ENERGÉTICA COM DIFERENTES FORMAS FÍSICAS DE CARBOIDRATOS</b> .....   | 9   |
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....  | 10  |
| <b>2. CARACTERÍSTICAS DOS REPOSITORES ENERGÉTICOS</b> .....   | 12  |
| <b>3. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO DE ESTUDOS ISOLADOS SOBRE AS DIFERENTES FORMAS FÍSICAS DOS SUPLEMENTOS FONTES DE CARBOIDRATOS (REPOSITORES ENERGÉTICOS)</b> .....      | 16  |
| <b>4. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO DE ESTUDOS COMPARATIVOS ENTRE REPOSITORES ENERGÉTICOS DE DIFERENTES FORMAS FÍSICAS</b> .....   | 20  |
| <b>5. CONCLUSÃO</b> .....   | 28  |
| <b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....  | 29  |
| <b>ARTIGO ORIGINAL 1: EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO COM CARBOIDRATO, NA FORMA LÍQUIDA <i>VERSUS</i> GEL DURANTE UM JOGO DE FUTEBOL NO METABOLISMO E NO DESEMPENHO FÍSICO.</b> | 34  |
| <b>RESUMO</b> .....   | 35  |
| <b>ABSTRACT</b> .....   | 37  |
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....  | 39  |
| <b>2. METODOLOGIA</b> .....   | 41  |
| <b>3. RESULTADOS</b> .....  | 50  |
| <b>4. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO</b> .....   | 59  |
| <b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....  | 65  |
| <b>ARTIGO ORIGINAL 2: BALANÇO HÍDRICO-MINERAL COM A INGESTÃO DE CARBOIDRATOS NA FORMA LÍQUIDA E EM GEL</b>  |     |

|   |            |
|---|------------|
| <b>DURANTE UM JOGO DE FUTEBOL.....</b>    | <b>72</b>  |
| <b>RESUMO.....</b>                        | <b>73</b>  |
| <b>ABSTRACT.....</b>                      | <b>75</b>  |
| <b>1. INTRODUÇÃO.....</b>                 | <b>77</b>  |
| <b>2. METODOLOGIA.....</b>                | <b>79</b>  |
| <b>3. RESULTADOS.....</b>                 | <b>87</b>  |
| <b>4. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO.....</b>      | <b>93</b>  |
| <b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b> | <b>100</b> |
| <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>          | <b>105</b> |

## RESUMO

GATTI, Karolina, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2009. **Efeito da forma física de suplementos energéticos no desempenho e na hidratação no futebol.** Orientador: João Carlos Bouzas Marins. Co-orientadores: Paulo Roberto dos Santos Amorim, Rita de Cássia Gonçalves Alfenas e Maria do Carmo Gouveia Peluzio.

Assim como em outras modalidades esportivas, no futebol a combinação da reposição hídrica e energética evita a desidratação e fornece energia para manutenção e melhora do desempenho físico. Essa melhora no desempenho físico com o consumo de bebidas contendo carboidratos tem sido relatada por vários autores. Entretanto, os efeitos do consumo de carboidrato na forma de gel ainda são pouco explorados. O objetivo do estudo foi comparar o efeito da suplementação com carboidratos na forma líquida e em gel no metabolismo, no desempenho físico e no balanço hídrico-mineral durante um jogo de futebol. Dezesete jogadores de futebol da categoria sub-17 (idade:  $16,17 \pm 0,73$  anos; massa corporal:  $60,26 \pm 8,29$  kg; estatura:  $174,5 \pm 6,45$  cm; IMC:  $19,7 \pm 1,8$  kg/m<sup>2</sup>; %G:  $14,16 \pm 2,71$  % de gordura corporal; VO<sub>2</sub>máx:  $49,3 \pm 2,86$  ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) disputaram uma partida de futebol em 2 dias separados, por 3 semanas, 2 horas após a ingestão de um café da manhã padronizado. Antes do início e na metade dos dois tempos do jogo os participantes consumiram 0,8 g de carboidrato/kg de peso corporal na forma de bebida e de gel, apresentando o mesmo teor de líquidos (20 ml/kg de peso corporal para os noventa minutos de jogo). Frequência cardíaca, percepção do esforço, glicemia, concentração sanguínea de lactato, proteinúria, força explosiva, agilidade e o desconforto gástrico, parâmetros de avaliação do estado de hidratação (percentual de perda de peso, grau de desidratação, taxa de sudorese, volume total de urina, densidade urinária e percentual de reposição hídrica) e a concentração plasmática de sódio e potássio foram similares entre os tratamentos ( $p > 0,05$ ). Em ambos os tratamentos a glicemia foi maior ( $p < 0,05$ ) no intervalo do jogo e no pós-jogo quando comparado ao pré-jogo. O

desempenho no teste de salto (gel:  $36,43 \pm 3,59$ ;  $37,47 \pm 5,24$  cm;  $p=0,327$  e bebida:  $36,11 \pm 4,03$ ;  $37,74 \pm 3,53$  cm;  $p=0,066$ ) e no de agilidade (gel:  $15,6 \pm 0,46$  seg;  $15,66 \pm 0,52$  seg;  $p=0,524$  e bebida:  $15,62 \pm 0,4$  seg;  $15,66 \pm 0,44$  seg;  $p=0,571$ ) foram similares no pós e pré-jogo. Apenas no tratamento com o gel houve um aumento significativo ( $p<0,05$ ) no “score” para o sintoma de “dor abdominal no lado direito”, “sensação de inchaço abdominal” e queimação no estômago no segundo tempo de jogo. Houve perda estatisticamente significativa ( $p<0,05$ ) no peso corporal após o jogo em ambos os tratamentos. A concentração plasmática de potássio reduziu significativamente após o jogo em ambos os tratamentos ( $p<0,05$ ). Frequência cardíaca e percepção do esforço foram similares entre os tratamentos em todos os momentos ( $p>0,05$ ). Tomando como base as condições de realização deste estudo, é possível concluir que a reposição energética com suplementos fontes de carboidratos na forma líquida e em gel durante um jogo de futebol não interferem no comportamento da glicemia, do lactato, do desconforto gástrico, do desempenho físico, do estado de desidratação e da concentração plasmática de sódio e potássio.

## ABSTRACT

GATTI, Karolina, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December, 2009. **Effect of physical form of energy supplements on performance and hydration in soccer.** Adviser: João Carlos Bouzas Marins. Co-Advisers: Paulo Roberto dos Santos Amorim, Rita de Cássia Gonçalves Alfenas and Maria do Carmo Gouveia Peluzio.

In soccer, as in other sports, the combination of water and energy replacement prevents dehydration and provides energy for improvement and maintenance of physical performance. The improvement in physical performance by consumption of drinks containing carbohydrates has been reported by several authors. However, the effects of carbohydrate consumption in a gel form are still poorly explored. The aim of this study was to compare the effect of supplementation with carbohydrates in the liquid and gel forms in metabolism, physical performance and mineral-water balance during a soccer game. Seventeen soccer players of the Under-17 category (age:  $16.17 \pm 0.73$  years, body mass:  $60.26 \pm 8.29$  kg, height:  $174.5 \pm 6.45$  cm, BMI:  $19.7 \pm 1.8$  kg/ m<sup>2</sup>; % F:  $14.16 \pm 2.71$ % body fat, VO<sub>2</sub>max:  $49.3 \pm 2.86$  ml. kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) played two soccer games with three weeks of range, two hours after eating a standardized breakfast. Before the start of the games and during half times the participants consumed 0.8 g carbohydrate / kg body weight in the liquid and gel forms, with the same content of fluid (20 ml / kg body weight for the ninety minutes of game). Heart rate, perceived exertion, glycaemia, blood lactate concentration, proteinuria, explosive strength, agility and gastric discomfort, parameters for assessment of hydration status (percentage of weight loss, degree of dehydration, sweat rate, urine total volume, urine density and percentage of water replacement) and the plasma sodium and potassium concentration were similar between treatments ( $p > 0.05$ ). In both treatments, glycaemia was higher ( $p < 0.05$ ) at halftime and after the game when compared to the pre-game. The performance in jumping test (gel:  $36.43 \pm 3.59$ ,  $37.47 \pm 5.24$  cm,  $p = 0.327$  and drink:  $36.11 \pm 4.03$ ,  $37.74 \pm 3.53$  cm,  $p = 0.066$ ) and agility test (gel:  $15.6 \pm 0.46$  sec;  $15.66 \pm 0.52$  sec;  $p = 0.524$  and drink:  $15.62 \pm 0.4$  sec,  $15.66 \pm 0.44$  sec;  $p = 0.571$ ) were similar in the post and pre-game. In the treatment with the gel there was a significant increase ( $p < 0.05$ ) in scores for the symptom of “abdominal pain on the right side”, “feeling of abdominal bloating” and “burning sensation in stomach” in the second half of the game. There was a statistically significant loss ( $p < 0.05$ ) in body weight after the game in both

treatments. The plasma potassium concentration decreased significantly after the game in both treatments ( $p < 0.05$ ). Heart rate and perceived exertion were similar between treatments at all moments ( $p > 0.05$ ). Based on the conditions of this study, we conclude that the energy replacement with sources of carbohydrate supplements in the liquid and gel forms during a soccer game does not interfere with the behavior of glucose, lactate, gastric discomfort, physical performance, the state of dehydration and plasma sodium and potassium concentration.

## 1. INTRODUÇÃO

O futebol é uma modalidade esportiva que envolve exercícios intermitentes de intensidade variável. Em um jogo de futebol da categoria de elite, a distância média percorrida esperada é de aproximadamente 11,5 km, podendo variar de 9 a 14 km. A distância percorrida varia de acordo com o padrão da competição, as condições ambientais, do gramado, táticas, psicológicas, nutricionais e diversos outros fatores (Shepard, 1999; Braz, 2009).

Tem-se registrado também que de 16 a 17 % dessa distância os jogadores desempenham em alta intensidade (velocidade maior que 15 a 18 km/hora). Em relação às corridas curtas de alta velocidade (*sprints*) tem sido demonstrado que estas correspondem de 0,5 a 12% da distância percorrida durante uma partida de futebol (Krustrup e Bangsbo, 2001). Geralmente, ocorre um declínio nas distâncias percorridas pelos jogadores e na intensidade de trabalho realizada no segundo tempo de jogo, quando comparado ao primeiro tempo de jogo (Mohr et al., 2003; Barros et al., 2007; Bradley et al., 2009; Rampinini et al., 2009).

Em relação ao metabolismo, devido à duração de um jogo de futebol, considerando ainda a fase de aquecimento, existe uma principal dependência do metabolismo aeróbico. Porém, as ações mais decisivas durante um jogo são dependentes do metabolismo anaeróbico como, por exemplo, as corridas curtas de alta velocidade (*sprints*), os saltos e disputa pela posse da bola (Stølen et al., 2005).

Estas atividades de alta intensidade geram uma elevada demanda metabólica e conseqüentemente uma grande geração de calor corporal. Para uma adequada manutenção da homeostase térmica esse calor tem que ser dissipado e na maioria das vezes ocorre por meio da transpiração, impactando assim no equilíbrio hídrico corporal do jogador. A sudorese é a via primária de perda desse calor para o ambiente e é

acompanhada por perda de líquido corporal e eletrólitos, como o sódio e o potássio (ACSM, 2007).

Dessa forma, assim como em outras modalidades esportivas, no futebol a combinação da reposição hídrica e energética evita a desidratação e fornece energia para manutenção e melhora do desempenho físico (Monteiro et al., 2003). Para Shi e Gisolfi (1998) e Guerra et al. (2004) durante uma partida de futebol o consumo adequado de líquidos e/ou de suplementos carboidratados, também conhecidos como repositores energéticos, é importante para a melhora do desempenho físico. E se o líquido e os eletrólitos perdidos não forem repostos adequadamente, a elevada produção de suor de forma aguda ou crônica pode gerar um desequilíbrio hidro-eletrolítico e assim, prejuízos na saúde e no desempenho físico em treinamento ou em competições (Marins et al. 2003; Baker et al., 2007; Judelson et al., 2007; Anastasiou et al., 2009; Hayes e Morse, 2009).

Contudo, devido à dinâmica do jogo, o consumo de líquidos e/ou repositores energéticos está praticamente restrito aos períodos anterior ao início e no intervalo do jogo (Guerra et al., 2004). De acordo com as regras, no futebol, não existem paradas formais que permitam aos jogadores ingerirem fluidos (Leiper et al., 2001) ou a consumirem suplementos fontes de carboidratos. Assim, a reposição hídrica e/ou energética torna-se algo ocasional durante o jogo (nas batidas de pênaltis, faltas, paradas devido a lesões, infrações às regras, nos momentos das substituições de jogadores e outros).

No meio esportivo, existem repositores energéticos de diferentes formas físicas, incluindo o gel de carboidrato (comercializados em saches), as bebidas carboidratadas ou esportivas (*sports drinks*), na forma sólida como os cereais em barra (barras energéticas ou *sports bars*) (ACSM, 2009) e mais recentemente na forma balas/gomas energéticas (*jelly beans*) (Campbell et al, 2008).



A forma física do carboidrato consumido pode interferir na taxa de esvaziamento gástrico, uma vez que, um dos fatores que influenciam na velocidade de passagem do alimento pelo estômago é o tamanho da partícula (Wein, 2007), e por isso a digestão e absorção de líquidos ou refeições homogeneizadas são mais rápidas que refeições sólidas (Rehrer et al., 1994). Dessa maneira, suplementos carboidratados sólidos (barras energéticas ou *sports bars*) podem apresentar um esvaziamento gástrico mais lento que os na forma de gel (gel de carboidrato), sendo ainda esperado que as bebidas carboidratadas promovam um esvaziamento gástrico e absorção mais rápidos que o gel e o sólido. Ou seja, a forma física do suplemento carboidratado ingerido pode, parcialmente, determinar a disponibilidade de líquidos e “energia” para o organismo, e afetar assim, o desempenho físico (Mitchell e Voss, 1991; Burke e Hawley, 1997).

O interesse científico em avaliar os efeitos da forma física apresentada pelos repositores energéticos nos aspectos fisiológicos e no desempenho do exercício é recente. Embora o gel de carboidrato seja muito utilizado por esportistas, existem poucos estudos para comprovar seus benefícios em relação ao desempenho físico (Patterson e Gray, 2007), em especial no futebol.

Por meio de uma revisão bibliográfica recente realizada na base de dados do Medline e utilizando os termos “reposição energética”, “suplementação com carboidratos”, “formas físicas”, “bebida” e “gel”, obteve-se apenas um trabalho, desenvolvido em condições laboratoriais, que comparou o gel de carboidrato a outras formas físicas dos suplementos fontes de carboidratos que foi o estudo de Campbell et al. (2008).

A análise comparativa da suplementação com carboidratos na forma líquida e em gel durante um jogo de futebol permitirá compreender melhor os efeitos fisiológicos, o desconforto gástrico, o balanço hídrico-mineral e os efeitos no desempenho físico da

forma física do suplemento fonte de carboidrato, propiciando a elaboração de melhores estratégias de reposição energética e hídrica.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Comparar as respostas fisiológicas entre a reposição energética com carboidratos na forma líquida (bebida carboidratada) e em gel (gel de carboidrato), durante o exercício físico e os seus efeitos no desempenho físico de jogadores de futebol.

### **2.2. Objetivos específicos**

Comparar a resposta glicêmica antes e durante o exercício, frente às duas formas de reposição energética (suplemento fonte de carboidrato na forma líquida e em gel);

Determinar o comportamento da concentração sanguínea de lactato em relação ao início, meio e término da partida de futebol;

Verificar se as diferentes formas físicas de reposição energética impactam sobre os parâmetros de desidratação corporal como densidade da urina, a perda de peso corporal, o grau de desidratação e a taxa de sudorese;

Avaliar a resposta hematológica sobre a hemoglobina, leucócitos, eletrólitos sódio e potássio decorrente do consumo de carboidratos na forma líquida e em gel;

Identificar os parâmetros subjetivos de percepção do esforço e de plenitude gástrica;

Verificar se a forma física de oferecimento do repositor energético interfere na concentração de proteína na urina e a frequência cardíaca durante o exercício, e;

Verificar o desempenho físico dos atletas por meio de testes específicos comparando o desempenho perante a ingestão de cada forma física do suplemento esportivo, fonte de carboidrato, utilizado para a reposição energética.

### **3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. American College of Sports Medicine (2007). Position stand: exercise and fluid replacement. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(2), 377-390.
2. American College of Sports Medicine, American Dietetic Association and Dietitians of Canada. (2009). Joint Position Statement: Nutrition and Athletic Performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(3), 709-731.
3. Anastasiou, C.A., Kavouras, S.A., Arnaoutis, G., Gioxari, A., Kollia, M., Botoula, F., Sidossis, L.F. (2009). Sodium replacement and plasma sodium drop during exercise in the heat when fluid intake matches fluid loss. *Journal of Athletic Training*, 44(2), 117-123.
4. Baker, L.B., Dougherty, K.A, Chow, M., & Kenney, W.L. (2007). Progressive dehydration causes a progressive decline in basketball skill performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(7), 1114-1123.
5. Barros, R.M.L., Misuta, M.S., Menezes, R.P., Figueroa, P.J., Moura, F.A., Cunha, S.A., et al. (2007). Analysis of the distances covered by first division brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. *Journal of Sports Science and Medicine*; 6(2), 233-242.
6. Bradley, P.S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., & Krstrup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Science*; 27(2), 159-168.

7. Braz, T.V. (2009). Modelos competitivos da distância percorrida por futebolistas profissionais: uma breve revisão. *Revista Brasileira de Futebol*, 3(1).
8. Burke, L.M., Hawley, J. (1997). Fluid balance in team sports – guidelines for optimal practices. *Sports Medicine*, 24, 38-54.
9. Campbell, C., Prince, D., Braun, M., Applegate, E., & Casazza, G.A. (2008). Carbohydrate-supplement form and exercise performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 18, 179-190.
10. Guerra, I., Chaves, R., Barros, T.L., & Tirapegui, J. (2004). The influence of fluid ingestion on performance of soccer players during a match. *Journal of Sports Science and Medicine*, 3, 198-202.
11. Hayes, L.D, & Morse, C.I. (2009). The effects of progressive dehydration on strength and power: is there a dose response? *European Journal of Applied Physiology*, 114 (online first).
12. Judelson, D.A, Maresh, C.A., Anderson, J.M., Armstrong, L.E., Casa, D.J., Kraemer, W.J., & Volek, J.S. (2007). Hydration and muscular performance: does fluid balance affect strength, power and high-intensity endurance? *Sports Medicine*, 37(10), 907-921.
13. Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2001). Physiological demands of top-class soccer refereeing in relation to physical capacity: effect of intense intermittent exercise training. *Journal of Sport Science*, 19, 881-891.
14. Leiper, J.B, Broad, N.P, & Maughan, R.J. (2001). Effect of intermittent high-intensity exercise on gastric emptying in man. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(8), 270-1278.
15. Marins, J.C.B, Dantas, E.H.M., & Navarro, S.Z. (2003). Diferentes tipos de hidratação durante o exercício prolongado e sua influência sobre o sódio plasmático. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 11(1), 13-22.

16. Mitchell, J.B., & Voss, K.W. (1991). The influence of volume on gastric emptying and fluid balance during prolonged exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(3), 314-319.
17. Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Science*, 21(7), 519-528.
18. Monteiro, C.R., Guerra, I., & Barros, T.L. (2003). Hydration in soccer: a review. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 9(4), 243-246.
19. Patterson, S.D., & Gray, S.C. (2007). Carbohydrate-gel supplementation and endurance performance during intermittent high-intensity shuttle running. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 17, 445-455.
20. Rampinini, E., Impellizzeri, F.M., Castagna, C., Coutts, A.J., & Wisløff, U. (2009). Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: Effect of fatigue and competitive level. *Journal of Sciences and Medicine in Sport*; 12(1), 227-33.
21. Rehrer, N.J., Brouns, F., Beckers, E.J., & Saris, W.H.M. (1994). The influence of beverage composition and gastrointestinal function on fluid and nutrient availability during exercise. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 4, 159-172.
22. Shepard, R.J. (1999). Biology and Medicine of soccer: an update. *Journal of Sports Sciences*, 17, 757-786.
23. Shi, X., & Gisolfi, C.V. (1998). Fluid and carbohydrate replacement during intermittent exercise. *Sports Medicine*, 25(3), 157-172.
24. Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer. *Sports Medicine*, 35(6), 501-536.

25. Wein, D. (2007). Glycemic index for athletes. *National Strength and Conditioning Association. NSCA's Perform Training Journal*, 6(3), 14-15. Disponível em: <http://www.nscs.lift.org/perform>.

## **CAPÍTULO 1: REPOSIÇÃO ENERGÉTICA COM DIFERENTES FORMAS FÍSICAS DE CARBOIDRATOS**

Karolina Gatti<sup>1</sup>, Maria do Carmo Gouveia Peluzio<sup>2</sup>, Rita de Cássia Gonçalves Alfenas<sup>2</sup>, Paulo Roberto Amorim<sup>3</sup>, João Carlos Bouzas Marins<sup>3</sup>

1. Mestranda em Ciência da Nutrição pela Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2. Professora Dr<sup>a</sup> do Departamento de Nutrição e Saúde da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG. 3. Professor Dr. Do Departamento de Educação Física da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.

Correspondência para: Karolina Gatti e João Carlos Bouzas Marins

E-mail: [karolgatti.nutri@hotmail.com](mailto:karolgatti.nutri@hotmail.com) e [jcbouzas@ufv.br](mailto:jcbouzas@ufv.br)

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Educação Física – Laboratório de Performance Humana. Av. P.H. Rolfs, s/n, Campus Universitário, CEP: 36.570-000, Viçosa, MG, Brasil.

## 1. INTRODUÇÃO

Pessoas fisicamente ativas, esportistas e atletas, podem apresentar demanda energética diária bastante elevada. Em alguns casos, o alcance do total de calorias necessárias durante o dia por meio do consumo somente de alimentos pode ser desafiador em termos práticos, já que o estresse físico do exercício pode suprimir o apetite imediatamente após o exercício (1). Destaca-se que pode ser necessária a ingestão de um enorme volume de alimentos para atingir a quantidade necessária de calorias diárias de um atleta, o que pode causar desarranjo gastrointestinal (2). Corredores de aventura e triatletas de ultraendurance apresentam, por exemplo, um gasto energético de 8.800 a 10.000 calorias, respectivamente, em dia de competição (3,4).

Foi observado na prática desportiva e em estudos controlados que, em situações nas quais a atividade física provoca um gasto energético diário superior a 4500 kcal, a utilização de suplementos alimentares fontes de carboidratos torna-se essencial para fornecer a quantidade de carboidratos necessária para atender o requerimento energético (5).

Os repositores energéticos são suplementos alimentares capazes de garantir o aporte calórico necessário durante a prática do exercício físico (6). São constituídos principalmente por carboidratos, os quais apresentam papel fundamental na bioenergética do exercício físico. Destaca-se que a glicose é o único tipo de carboidrato utilizado diretamente pelo músculo para obtenção de energia (7). O carboidrato também é fonte primária de energia para o sistema nervoso central e para as hemácias (8). Desta maneira, os níveis glicêmicos podem alterar a atividade neural (9), e, conseqüentemente, influenciar a cognição, o humor, a motivação e a habilidade motora dos atletas (10).

Por apresentarem alta densidade calórica, os repositores energéticos fornecem calorias de maneira prática e conveniente aos esportistas e atletas para atingirem a



quantidade de energia necessária (11). Eles acrescentam carboidratos na alimentação, visto que a recomendação de carboidratos para um treinamento esportivo é aumentada, e pode chegar a 70% das calorias diárias da dieta (12).

Esses repositores podem ser utilizados antes de iniciar e também durante o exercício físico como uma estratégia nutricional para manter a glicemia, poupar a utilização do glicogênio muscular (13, 14) e assim prevenir ou retardar a fadiga, sendo utilizado como um recurso nutricional para potencializar o desempenho físico. O consumo de carboidratos durante a atividade física pode ser recomendado em treinamentos e competições, nas quais a prática da atividade física ultrapasse uma hora de duração. A quantidade recomendada pode variar também de acordo com a intensidade do exercício, uma vez que, em exercícios de alta intensidade e que duram de 1 a 3 minutos, a principal fonte de energia são os carboidratos. A recomendação do consumo de carboidratos durante o exercício, para exercícios prolongados (com mais de uma hora de duração), é de 30 a 60 g de carboidrato por hora de atividade física (12,15).

Após o treinamento e/ou competição o objetivo primordial é acelerar e potencializar a restauração do glicogênio hepático e muscular. Recomenda-se que de 1 a 1,5 g de carboidrato/kg de peso corporal sejam consumidos imediatamente após o exercício e em intervalos de duas horas até a próxima refeição (15).

No meio esportivo, existem repositores energéticos de diferentes formas físicas, incluindo o gel de carboidrato (comercializados em saches), as bebidas carboidratadas ou esportivas (*sports drinks*), na forma sólida como os cereais em barra (barras energéticas ou *sports bars*) (15) e mais recentemente na forma balas/gomas energéticas (*jelly beans*) (16). Contudo, a comparação entre os efeitos da forma física apresentada por esses repositores no desempenho físico é pouco explorada (16). Tal forma física pode afetar a taxa de esvaziamento gástrico e de absorção intestinal, alterando assim a disponibilidade

de carboidratos para o organismo, podendo refletir sobre o desempenho físico. Diante disto, o objetivo deste capítulo foi analisar o efeito dos repositores energéticos apresentados na forma líquida, sólida e em gel na resposta fisiológica e no desempenho físico, após revisão e análise dos estudos publicados sobre este assunto.

## **2. CARACTERÍSTICAS DOS REPOSITORES ENERGÉTICOS**

A principal característica dos suplementos fontes de carboidrato (repositores energéticos) é a de serem rapidamente digeridos e absorvidos, garantindo a manutenção dos níveis glicêmicos adequados durante a realização de um exercício prolongado (17). Entretanto, a eficácia desse efeito pode ser afetada pela forma física em que o alimento é ingerido, interferindo na velocidade de passagem dos fluidos e do substrato energético pelo estômago (esvaziamento gástrico) e pelo intestino (absorção intestinal), determinando a disponibilidade de líquidos e “energia” para o organismo, afetando assim a *performance* (18,19).

De acordo com Wein (20), a digestão e absorção de líquidos ou refeições homogeneizadas são mais rápidas que de refeições sólidas (21). Dessa maneira, os suplementos carboidratados sólidos (barras energéticas) apresentam esvaziamento gástrico mais lento que os na forma de gel (gel de carboidrato), e as bebidas carboidratadas possuem esvaziamento gástrico e absorção mais rápidos que o gel e o sólido.

Além da forma física, os repositores energéticos comercializados diferem quanto à composição de nutrientes (proteínas, gorduras e fibras), os tipos (glicose, frutose, sacarose, dextrose e maltodextrina) e à concentração de carboidratos presentes. Eles diferem ainda em relação à densidade energética, à taxa de oxidação de carboidratos, à osmolalidade (a concentração de partículas por quilograma de solvente) e ao volume total

fornecido. Todos esses fatores, com exceção da taxa de oxidação de carboidratos, podem interferir na taxa de esvaziamento gástrico e na disponibilidade dos carboidratos para serem utilizados como fonte de energia pelo organismo (22).

As bebidas esportivas contêm habitualmente carboidratos (Ex: glicose, sacarose e maltodextrina) e eletrólitos (Ex: sódio e potássio). Além de promoverem o processo de digestão e absorção mais rápidos, elas apresentam outra vantagem em relação às outras formas físicas de repositores energéticos, que é a de fornecer calorias e repor líquidos simultaneamente, promovendo assim a reposição energética e hídrica combinadas (23), que são dois fatores importantes para o bom desempenho físico (24, 25) .

Em adição, é importante destacar que quando se comparam bebida esportiva e água, observa-se que o volume de líquidos ingeridos voluntariamente pelo indivíduo é maior quando se utiliza bebida esportiva. No estudo de Shirreffs et al. (23) durante o jogo de futebol os atletas tiveram livre acesso à bebida carboidratada ou água de acordo com a preferência de cada jogador. Foi observado que os jogadores ingeriram maiores quantidades de fluidos quando estes optaram por bebida carboidratada, provavelmente devido à melhor palatabilidade da mesma. Dessa maneira, os indivíduos tornam-se voluntariamente mais hidratados, e assim reduzem o grau ou até mesmo evitam a desidratação durante o exercício.

Por outro lado, os carboidratos na forma de gel têm sido um grande sucesso entre os atletas e praticantes de atividade física devido à praticidade do uso. É mais fácil transportar e consumir sachê de gel do que barra energética e garrafinha com líquido durante treinos e competições. O gel de carboidrato apresenta alta concentração de carboidratos em sua composição, variando de 17 a 25 g por dose, fornecendo grande quantidade de carboidratos (principalmente os complexos, como a maltodextrina, que

liberam energia gradativamente), em pequenas doses. O carboidrato na forma de gel, geralmente é constituído pela maltodextrina combinada com a frutose (26).

Já as barras energéticas são compostas, geralmente, por xarope de milho de alto teor de frutose, maltodextrina e na maioria das vezes apresentam cereais em grão, floco ou farelo, pedaços de frutas e castanhas. Em sua composição, também podem ser encontrados minerais, como o sódio e o potássio e vitaminas, como as antioxidantes (Vitaminas A, E e C). Em relação aos macronutrientes, elas contêm pequenas quantidades de proteínas e gorduras, que são nutrientes que apresentam esvaziamento gástrico mais lento quando comparados aos carboidratos isoladamente (27). Além disso, contêm pequeno teor de fibras alimentares, como as fibras solúveis que, reduzem a hidrólise de enzimas e torna mais lenta a velocidade com a qual a glicose entra na corrente sanguínea (28).

Como a disponibilidade do carboidrato durante o exercício é função do esvaziamento gástrico e da absorção intestinal, o consumo do carboidrato na forma sólida contendo ainda gordura, proteína e fibra alimentar pode levar a uma reduzida disponibilidade do carboidrato consumido quando comparado ao consumo de uma solução carboidratada e até mesmo do gel de carboidrato, que apresentam rápida velocidade de absorção dos carboidratos. Conseqüentemente, o carboidrato na forma sólida pode não ser tão eficiente quanto à bebida carboidratada e o gel de carboidrato, em manter a glicemia em níveis adequados durante o exercício de perfil aeróbico de longa duração. Então essa disponibilidade reduzida do carboidrato para ser utilizado como fonte de energia pelo organismo, pode provocar o declínio precoce dos níveis sanguíneos de glicose e/ou antecipar a ocorrência da fadiga (29).

Observa-se ainda que, a reposição energética com o carboidrato na forma sólida (barra energética ou *sport bar*) durante o exercício está associada ao aumento no

metabolismo de gorduras nos exercícios de perfil aeróbico e ao prejuízo no desempenho físico em exercícios de alta intensidade, quando comparado ao carboidrato na forma líquida (30). Isso ocorre devido ao fato de que em exercícios de alta intensidade (acima do limiar anaeróbico) o principal substrato energético recrutado durante o exercício é o carboidrato e não a gordura (3).

Em competições e/ou treinamentos de longa duração (*ultra-triathlon* e corridas de aventura) e em situações nas quais acontecem mais de uma competição por dia (torneios e provas classificatórias/eliminatórias como acontecem na ginástica rítmica e olímpica, nas lutas, no levantamento de peso olímpico, na natação, no atletismo, no *bicicross*, no *motocross*, no *pentathlon* e no *heptathlon*), a demanda energética é elevada e o intervalo de tempo para a recuperação do glicogênio hepático e muscular é curto. Nessas ocasiões, a barra energética pode ser uma boa opção para a reposição energética sendo uma alternativa para diversificar o consumo dos repositores energéticos na forma líquida e em gel. Ela pode ser também uma boa opção de “refeição de manutenção”, ou seja, um alimento ou refeição consumido durante o intervalo entre as competições para repor e manter os níveis glicêmicos para a realização do próximo exercício.

A reposição energética feita com carboidratos sólidos e em gel deve estar associada à ingestão de água, para assim promover uma hidratação ótima, principalmente em ambientes quentes, nos quais a perda hídrica é elevada (31). A ingestão de líquidos é especialmente importante em modalidades de longa duração como corridas de aventura, *rally*, *mountain-bike*, *triathlons* de longa duração e maratonas. Em modalidades aquáticas (natação, pólo-aquático e nado sincronizado), e em exercícios realizados em ambientes frios, as principais causas da fadiga são a depleção de glicogênio e/ou hipoglicemia. Como a perda hídrica não é acentuada (31), a ingestão de repositores na forma de gel ou

barra energética é considerada boa opção, já que o volume de água a ser ingerido nessas situações não é elevado.

### **3. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO DE ESTUDOS ISOLADOS SOBRE AS DIFERENTES FORMAS FÍSICAS DOS SUPLEMENTOS FONTES DE CARBOIDRATOS (REPOSITORES ENERGÉTICOS)**

Em diversos estudos avaliou-se o efeito do consumo de suplementos apresentando diferentes formas físicas, da água pura e de solução placebo no desempenho físico. Vale ressaltar que na maioria desses estudos verificou-se que as soluções carboidratadas exerceram impacto positivo no desempenho físico (25, 32, 33, 34, 35, 36).

Avaliando atletas de *endurance*, McConnell et al. (32) examinaram o efeito da ingestão de uma bebida carboidratada (concentrada a 8%) no metabolismo muscular, durante exercício prolongado. Eles observaram que o consumo de carboidrato durante o exercício retardou a fadiga, ou seja, resultou em um aumento de 30% no tempo para atingir a exaustão no teste máximo e que os níveis do inositol monofosfato, marcador da degradação do ATP no músculo, foi menor quando comparado ao teste controle (água). Esses resultados indicam que a reposição energética com carboidratos durante o exercício prolongado otimizou a capacidade de *endurance*, em parte devido à melhora do balanço energético muscular.

A melhora do desempenho associada ao consumo de solução carboidratada (6,4% de carboidratos) durante exercício prolongado, também foi verificada por Febbraio et al. (33). Apesar de utilizar uma concentração diferente da citada anteriormente, eles observaram que no teste com bebida carboidratada, realizado em homens treinados em *endurance*, o tempo para atingir a exaustão (fadiga) foi também significativamente maior quando comparado ao teste placebo.

Já Fritzsche et al. (34) observaram efeito positivo da ingestão de carboidratos (bebida concentrada a 6%) sobre a potência muscular máxima. Eles compararam o efeito da água pura e da ingestão de uma bebida carboidratada sobre a potência neuromuscular máxima durante exercício prolongado de intensidade moderada e constataram que a reposição energética e hídrica, promovida pelo repositores energético foi mais eficiente em atenuar o declínio na potência muscular.

Com o objetivo de investigar o efeito da reposição energética sobre exercícios intermitentes de alta intensidade, avaliou-se o efeito do consumo de uma bebida esportiva (contendo 7% de carboidratos) sobre testes de habilidades específicas do futebol (potência/velocidade, coordenação e drible) que eram realizados após uma partida de 90 minutos de duração. Os atletas que consumiram bebida carboidratada, durante o exercício, foram mais velozes, apresentando efeitos benéficos no teste específico de drible e apresentaram maiores taxa de precisão nos movimentos em relação ao grupo placebo (35). Os resultados sugerem que o consumo de bebidas carboidratadas durante o jogo pode prevenir a perda do desempenho nas habilidades específicas do futebol.

Em outro estudo com jogadores de futebol, Guerra et al. (25) investigaram os efeitos da ingestão de uma bebida esportiva (contendo 6% de carboidratos) sobre o desempenho físico durante uma partida de 75 minutos de duração. Os atletas que ingeriram solução carboidratada tenderam a apresentar menores valores de frequência cardíaca e de temperatura corporal, menor perda de peso corporal, maior número de *sprints* executados na primeira parte do jogo em relação aos atletas que ingeriram água. Desta forma, a bebida carboidratada mostrou-se efetiva contribuindo para um aumento do desempenho físico.

Resultado semelhante foi encontrado por Ali et al. (36) em um estudo de validação cruzada, duplo-cego, avaliando universitários jogadores de futebol com

reduzidos estoques corporais de glicogênio (carboidrato endógeno). A redução dos estoques corporais de carboidratos dos jogadores foi induzida por um protocolo específico de exercício em cicloergômetro seguido por uma refeição com baixo teor de carboidratos, na noite anterior ao experimento (testes). Eles verificaram que o consumo de uma bebida contendo carboidrato (concentrada a 6,4%) durante noventa minutos de testes específicos para o futebol melhorou o desempenho na habilidade e na velocidade (*sprints*) quando comparada à bebida placebo.

Os estudos anteriores indicam haver consistência sobre a importância e o efeito do oferecimento de bebidas contendo carboidratos para indivíduos que praticam exercícios de longa duração (>1 hora de duração), como o futebol, mesmo quando a prática ocorre em diferentes condições e com concentrações de carboidratos variadas (de 6 a 8%). Por outro lado, sobre outras formas físicas de repositores energéticos (gel e barra energética) as evidências não são tão consistentes, pois ainda são pouco explorados.

É recente o interesse científico em avaliar os efeitos nos aspectos fisiológicos e no desempenho do exercício entre as diferentes formas físicas dos repositores energéticos fontes de carboidratos. Dessa maneira, embora o gel de carboidrato seja muito utilizado por esportistas, existem poucos estudos para comprovar seus benefícios em relação ao desempenho físico (37).

O primeiro estudo com o objetivo de avaliar o efeito de repositores energéticos fonte de carboidrato na forma de gel sobre o desempenho físico durante o exercício foi realizado por Patterson e Gray (37). Eles avaliaram o desempenho físico de jogadores de futebol por meio de um teste de agilidade (*shuttle run*) e observaram que o tempo para atingir a exaustão foi 45% maior ( $p < 0,05$ ) no teste com a reposição energética com carboidrato em gel do que no teste em que a reposição foi feita com a água pura, como o esperado quando se compara o consumo de carboidratos ao consumo de água pura



durante o exercício, visto que a ingestão do carboidrato promove a manutenção da glicemia durante o exercício.

Outros estudos visando comparar os efeitos das diferentes formas físicas dos suplementos fontes de carboidratos, incluindo o gel, foram desenvolvidos em outras modalidades esportivas como no estudo de Burke et al. (38) em corredores de meia-maratona, e no estudo de Campbell et al. (16) que avaliaram o desempenho físico de triatletas e ciclistas.

Burke et al. (38) utilizaram o suplemento fonte de carboidrato na forma de gel para verificar o efeito da ingestão de carboidrato na *performance* de corredores altamente treinados, imediatamente antes e durante uma corrida de meia-maratona. Eles não observaram benefícios estatisticamente significantes na reposição energética com gel de carboidrato em relação à água, provavelmente devido ao desconforto gástrico relatado por três corredores durante o teste com gel de carboidrato, o que levou a um prejuízo na *performance* dos mesmos. Porém, a melhora no tempo para realizar a corrida no teste com gel de carboidrato, foi de 14 segundos (melhora de 0,3%) quando comparado ao teste com a água. Mesmo este resultado não sendo estatisticamente significativo, cabe destacar que na prática esportiva é representativa, uma vez que essa diferença de tempo pode ser a diferença de tempo entre o primeiro e segundo lugar numa competição.

Em relação à forma física sólida, a utilização de carboidratos sólidos antes e/ou durante o exercício como forma de reposição energética são poucos relatados na literatura (22).

Hargreaves et al. (39) realizaram um estudo de delineamento cruzado (*cross-over*) para comparar os efeitos da ingestão de carboidrato na forma sólida (43 g de sacarose + 400 ml de água por hora de exercício) em relação à bebida placebo artificialmente adoçada (grupo controle: 400 ml de bebida placebo por hora de exercício) na utilização

do glicogênio muscular durante quatro horas de ciclismo. Os resultados mostram que a utilização do glicogênio muscular, por meio da biópsia muscular (músculo vasto-lateral), foi menor ( $p < 0,05$ ) e que no teste máximo o tempo para atingir a exaustão foi 45% maior ( $p < 0,05$ ) com a ingestão de carboidrato e água quando comparado ao placebo. Por meio desses resultados eles afirmam que a ingestão de carboidrato na forma de uma mistura sólido-líquido durante um exercício intermitente em cicloergômetro, foi efetiva em poupar a utilização do glicogênio muscular e aumentar o desempenho físico, frente ao consumo de uma bebida placebo.

#### **4. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO DE ESTUDOS COMPARATIVOS ENTRE REPOSITORES ENERGÉTICOS DE DIFERENTES FORMAS FÍSICAS**

Embora existam diferenças na forma física, na composição de nutrientes e nos tipos de carboidratos entre as bebidas carboidratadas, o gel de carboidrato e o cereal em barra, a função desses suplementos alimentares é repor energia ao organismo de maneira rápida e prática para a realização da atividade física. Assim, a hipótese inicial dos estudos comparativos (Quadro 1) é a de que as formas físicas dos suplementos fontes de carboidratos apresentam repostas metabólicas similares e que melhoram o desempenho físico de maneira semelhante quando comparadas à água pura (16, 37, 40).

Podemos observar no quadro 1 que, apesar de todos os estudos utilizarem o mesmo ergômetro (cicloergômetro) para realizar os protocolos de exercício e estes, apresentarem intensidades e duração semelhantes, a grande diferença entre as investigações está na concentração de carboidratos e na quantidade de líquidos oferecidos.

Em um estudo com o objetivo de verificar a influência da forma física da suplementação com carboidratos na resposta glicêmica e insulinêmica, Mason et al. (17)

testaram o efeito da ingestão de carboidrato sólido com água, solução carboidratada e uma bebida placebo durante 2 horas de exercício (em cicloergômetro) em intensidade moderada. Os tratamentos apresentavam a mesma quantidade de líquidos e de carboidratos. Como se esperava, a glicemia e a insulinemia foram maiores ( $p < 0,05$ ) no teste com os suplementos fontes de carboidratos quando comparados ao teste com a bebida placebo. Porém, não houve diferença estatística entre os testes com a forma sólida e líquida dos suplementos carboidratados. Também não houve diferença estatística entre os tratamentos em relação ao consumo de oxigênio, a frequência cardíaca e a taxa de troca gasosa (Quociente Respiratório). Tais resultados indicam que o consumo de suplementos de carboidratos de diferentes formas físicas, mas com quantidade equivalente de carboidratos e de líquidos, produzem respostas insulinêmica e glicêmica similares durante o exercício.

Em outro estudo, Robergs et al. (40) compararam o efeito da ingestão de carboidratos líquidos (CL) e sólidos com volume de água igual ao tratamento CL, na glicemia e na resposta dos hormônios controladores da glicemia, durante exercício físico prolongado (2 horas em cicloergômetro em intensidade moderada). Não houve diferença estatística entre os tratamentos em relação à concentração sanguínea de glicose, insulina, glucagon, glicerol e lactato bem como em relação à taxa de troca gasosa, frequência cardíaca, consumo de oxigênio, índice de percepção do esforço e ao trabalho total realizado. Assim, embora o carboidrato sólido contenha outros nutrientes como proteínas e gorduras que podem retardar o esvaziamento gástrico, nesse estudo verificou-se que o consumo de carboidratos na forma líquida e sólida apresentando mesma quantidade de carboidratos e mesmo volume de líquidos produziram respostas similares na glicemia, nos hormônios, na concentração de lactato e no desempenho físico durante o exercício.

Ressalta-se que as proteínas, gorduras e fibra alimentar encontradas na barra energética estão presentes em pequenas quantidades, as quais podem não ser suficientes para reduzir consideravelmente a passagem do alimento sólido pelo estômago e a absorção intestinal, e assim não afetar a disponibilidade de carboidratos para o organismo. Isso pode justificar o fato dos resultados metabólicos e o desempenho físico terem sido similares no estudo anterior, quando se comparou o consumo da bebida carboidratada ao da barra energética associada à ingestão de água em volume equivalente ao da bebida carboidratada.

Esse fato também foi constatado por Lugo et al. (29), ao examinarem os efeitos nas respostas metabólicas e no desempenho físico do consumo de carboidratos sólidos (barras energéticas ou *sports bars*), líquidos (bebidas carboidratadas ou *sports drinks*), em combinação (sólidos + líquidos) durante duas horas de exercício de intensidade moderada. Os tratamentos apresentavam volume de líquidos e quantidade de carboidratos iguais, porém diferiram quanto às calorias e teor de proteínas e gorduras. Eles também não verificaram diferenças entre os tratamentos contendo carboidratos em relação aos parâmetros sanguíneos (concentração sanguínea de glicose, insulina, lactato, hemoglobina, hematócrito e volume plasmático). A oxidação de carboidratos e o desempenho físico durante o teste máximo (após o exercício de intensidade moderada) também foram similares entre os testes. Os resultados mostram que a forma física do carboidrato não interferiu nas repostas metabólica e no desempenho durante exercício prolongado e de intensidade moderada, visto que a disponibilidade de carboidratos para serem utilizados pelo organismo foi semelhante em ambos os tratamentos.

Já Rauch et al. (30) avaliaram os efeitos da barra energética *versus* solução de polímero de glicose na utilização de substratos e no desempenho físico em exercício de ultra-endurance (330 minutos em intensidade baixa). A quantidade de líquidos e de

energia oferecidos foi igual nos tratamentos, contudo não apresentavam a mesma quantidade de carboidratos (total de 154 g no teste com a barra energética e de 385 g no teste com a solução carboidratada). O tratamento com a barra energética resultou em maior oxidação de gorduras durante o exercício prolongado e a oxidação total de carboidratos foi estatisticamente maior para o tratamento com a bebida carboidratada. Porém os autores demonstram a contribuição mínima dos estoques corporais de carboidratos (glicogênio hepático e muscular) para a quantidade total de carboidratos oxidados. Esse fato foi constatado por meio da diferença entre a taxa total de carboidratos oxidados (calculada a partir dos valores de  $VO_2$  e  $VCO_2$  do *steady state*) e a quantidade de carboidrato ingerido. Eles concluem ainda que essa contribuição das fontes endógenas de carboidratos foi semelhante entre os tratamentos (aproximadamente 460 g).

Nesse estudo foi observado que o desempenho físico no teste máximo (de alta intensidade), realizado após o exercício prolongado, foi prejudicada no tratamento com a barra energética quando comparado ao tratamento com a solução carboidratada. Esse fato pode ser explicado pela ocorrência, no tratamento com a barra energética, da maior mobilização de gorduras e menor taxa de oxidação total de carboidratos, possivelmente como consequência da menor quantidade de carboidrato ingerida no tratamento com a barra energética. Em exercícios máximos, de acordo com a duração do exercício, o substrato energético predominantemente utilizado é o carboidrato, a disponibilidade de menores quantidades de carboidrato, no tratamento com a barra energética, pode ter reduzido o desempenho físico máximo. Essa diferença na quantidade de carboidratos oferecidos impossibilita afirmar que a forma física do repositor energético afetou o desempenho físico.

**Quadro 1: Estudos comparativos dos efeitos metabólicos e na performance entre os repositores energéticos de diferentes formas físicas.**

| Referência                  | Amostra (n)   | Características da amostra   | Protocolo de exercício e condições ambientais   | Protocolos de reposição energética  | Resultados e Conclusão   |
|-----------------------------|---|--|---|---|--|
| <b>Mason et al., 1993</b>   | Homens treinados (n=6)  | Idade: 23,7 ± 1,6 anos;<br>Peso: 65,8 ± 1,9 kg;<br>VO <sub>2 máx</sub> : 4,4 ± 0,12 l.min <sup>-1</sup>  | Em cicloergômetro:<br>- 120 minutos a 65% do VO <sub>2 máx</sub><br>Temperatura: 20 a 22°C  | Três testes realizados em ordem aleatória:<br>1) CHO-Líquido (à base de arroz concentrado a 5%): 500 ml<br>2) CHO-Sólido (barra energética): 31 g + 500 ml de água<br>3) Placebo: 500 ml<br>Não isocalóricos, mas com quantidades iguais de carboidratos e líquidos. 25 g de CHO imediatamente antes e durante o exercício (minuto 30, 60 e 90)..   | Não houve diferença entre os testes para captação de oxigênio, taxa de troca respiratória, e frequência cardíaca. A glicemia e a insulinemia foram maiores para os tratamentos com CHO em relação ao placebo, mas não houve diferença entre CHO-líquido e sólido. Os resultados indicam que os suplementos fontes de CHO de diferentes formas físicas, mas com quantidades iguais de carboidratos produzem similares resposta glicêmicas e insulinêmicas durante o exercício.                    |
| <b>Lugo et al., 1993</b>    | Homens com média de 2,8 ± 1,6 anos de treinamento em corridas de ciclismo (n=9) | Idade: 23 ± 1,0 anos;<br>Peso: 69,7 ± 2,1 kg;<br>% Gordura corporal: 9,3 ± 0,4 %;<br>Pico de VO <sub>2</sub> : 4,4 ± 0,4 l.min <sup>-1</sup>                     | Em cicloergômetro:<br>-120 minutos a 70% do pico de VO <sub>2</sub> seguido por um teste de esforço máximo (distância percorrida mantendo 80% do pico de VO <sub>2</sub> por 30 minutos)<br>Temperatura: 22°C<br>Umidade: 50% | Três tratamentos realizados em ordem aleatória.<br>1) CHO líquido (Bebida contendo carboidrato a 7% e eletrólitos)<br>2) CHO sólido ( <i>sport bar</i> : 76% de carboidratos, 18% de proteínas e 6% de gorduras).<br>3) CHO sólido ( <i>sport bar</i> ) + CHO líquido (Bebida) na proporção 1:1.<br>Não isocalóricos, mas com percentual igual de energia proveniente dos CHO. Igual volume de líquidos ingeridos. Foi oferecido 0,4 g de CHO/kg PC durante o exercício de intensidade moderada em intervalos regulares de 30 minutos (minuto 0, 30, 60, 90 e 120). | Não houve diferença estatística entre os tratamentos para os parâmetros sanguíneos (glicose, insulina, lactato, hemoglobina, hematócrito e volume plasmático). A oxidação de CHO e o desempenho no teste de esforço máximo foram similares. Eles concluem que as respostas metabólicas e o desempenho físico durante o teste máximo foram similares quando são ingeridos CHO na forma líquida, sólida ou em combinação durante ciclismo prolongado e de intensidade moderada.                    |
| <b>Robergs et al., 1998</b> | Ciclistas treinados (n=8)   | Idade: 27,1 ± 4,7 anos; Peso: 68,7 ± 5,1 kg<br>Altura: 176 ± 9 cm;<br>% Gordura corporal: 11,2 ± 2,6%;<br>VO <sub>2 máx</sub> : 4,02 ± 0,41 l. min <sup>-1</sup> | Em cicloergômetro:<br>- 120 minutos a 65% do VO <sub>2 máx</sub> seguido por um teste de esforço máximo (30 minutos em 90 rpm)  | Três tratamentos realizados em ordem aleatória:<br>1) CHO-líquido (concentrado a 6%) - CL<br>2) CHO-sólido (CSE) – quantidade equivalente de carboidrato e de líquido do CL<br>3) CHO-sólido + água ad libitum (CSA)<br>Não isocalóricos, mas com quantidades iguais de CHO. Oferecimento de 0,6 g de CHO/kg de PC/hora. Suplementação imediatamente antes e durante o exercício (minuto 30, 60, 90 e 120).   | Não houve diferença entre os tratamentos para glicemia, insulina, glucagon, glicerol, lactato, percepção do esforço, frequência cardíaca, captação de oxigênio, taxa de troca respiratória e trabalho total realizado no teste máximo. Os resultados mostram que a ingestão do carboidrato sólido com água produz respostas similares no metabolismo, na glicemia, nos hormônios reguladores da glicemia e no desempenho físico que aquelas produzidas com a ingestão dos carboidratos líquidos. |

**Quadro 1: Estudos comparativos dos efeitos metabólicos e na performance entre os repositores energéticos de diferentes formas físicas.**

| Referência                    | Amostra (n)  | Características da amostra  | Protocolo de exercício e condições ambientais   | Protocolos de reposição energética  | Resultados e Conclusão  |
|-------------------------------|--|---|---|---|---|
| <b>Rauch et al., 1999</b>     | Ciclistas de nível competitivo treinados em endurance (n=6)                  | Idade: $31 \pm 3$ anos;<br>Peso: $77 \pm 1$ kg;<br>$VO_{2\text{ máx}}$ : $69 \pm 2$ ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup>  | Em cicloergômetro:<br>- 330 minutos a 55% do $VO_2$ máx seguido por um teste de esforço máximo (completar 400 KJ de trabalho no menor tempo possível)                                       | Dois tratamentos realizados em ordem aleatória:<br>Teste 1) Barra energética (19 g de carboidratos, 14 g de proteínas, 7 g de gorduras, 200 mg de Na, 50 mg de K, < 1 g de fibra alimentar e traços de vitamina A, B, C e E)<br>Teste 2) Solução carboidratada (polímero de glicose concentrada a 10%).<br>A cada hora do exercício submáximo era oferecido 1 e ½ barras energéticas (28,5 g de carboidratos) com 700 ml de água ou 700 ml da bebida carboidratada (70g de carboidratos). Valor calórico similar. Nos últimos 30 minutos do exercício de intensidade moderada (submáximo) foi oferecida metade da quantidade da barra energética e da bebida carboidratada ingerida durante as horas anteriores (3/4 da barra e 350 ml da bebida) | A taxa de oxidação de gorduras foi significativamente maior no exercício submáximo para o tratamento com a barra energética comparado com a bebida carboidratada. Dois indivíduos não completaram o teste máximo no tratamento com a barra energética. Os autores concluem que a ingestão da barra energética aumenta o metabolismo das gorduras durante exercício prolongado e de intensidade moderada e prejudica o desempenho de alta intensidade durante o subsequente teste de esforço máximo.   |
| <b>Campbell et al., 2008.</b> | Mulheres treinadas em endurance (n=8)<br>Homens ciclistas e triatletas (n=8) | - Mulheres:<br>Idade: $32,4 \pm 2,4$ anos; Peso: $64,9 \pm 1,8$ kg<br>% Gordura corporal: $17,3 \pm 1,7$ ;<br>Pico de $VO_2$ : $3,24 \pm 0,1$ l.min <sup>-1</sup><br>- Homens:<br>Idade: $35,8 \pm 2,5$ anos; Peso: $75,3 \pm 3,1$ kg<br>Gordura corporal: $8,9 \pm 0,8$ %; Pico de $VO_2$ : $4,45 \pm 0,2$ | Em cicloergômetro:<br>- 80 minutos a 75% do pico de $VO_2$ seguido por teste de esforço máximo (10 km na velocidade mais rápida possível).<br>Temperatura: 19 a 23°C<br>Umidade: 37 a 43 %. | Quatro tratamentos realizados em ordem aleatória:<br>1) Bebida esportiva ( <i>sport drink</i> )<br>2) Gel de carboidrato<br>3) Bala energética ( <i>jelly beans</i> )<br>4) Água<br>Oferecimento de quantidades iguais de carboidratos (0,6 g de carboidrato/kg de peso corporal/hora) nos tratamentos com carboidratos e quantidade igual de líquidos em todos os tratamentos (3,5 ml/kg de peso corporal) a cada 20 minutos durante os 80 minutos de exercício.   | Glicemia foi maior para todos os tratamentos com carboidratos em relação a água pura durante 80 minutos de exercício e no teste de esforço máximo, mas não houve diferença na glicemia entre os tratamentos com carboidratos. Os indivíduos foram mais rápidos para completar os 10 km no teste de esforço máximo com a ingestão de carboidratos. Os autores constatam que todas as formas físicas testadas dos carboidratos foram igualmente eficientes em manter a glicemia durante o exercício e melhorar o desempenho físico no teste de esforço máximo quando comparado a água pura. |

CHO = carboidrato.

Em relação às outras formas físicas de repositores energéticos Campbell et al. (16) investigaram o efeito da bebida carboidratada, gel de carboidrato e goma de carboidrato (*jelly beans*) no desempenho físico do exercício em triatletas e ciclistas. Os participantes do estudo realizaram 80 minutos de exercício em intensidade moderada, durante os quais foi administrada a suplementação, e em seguida foram submetidos a um teste para avaliar o desempenho físico (teste máximo de 10 km). Os autores constataram que todas as três formas físicas de suplementos carboidratados, contendo a mesma quantidade de carboidratos, foram eficientes em manter a glicemia durante o exercício e em melhorar o desempenho (diminuição do tempo para realizar o teste máximo) quando comparados à água pura.

Vale ressaltar que no estudo anterior a média de potência de trabalho obtida durante o teste máximo foi significativamente maior no teste com a goma energética em comparação à bebida e ao gel de carboidrato, sugerindo que os participantes foram capazes de realizar mais trabalho no teste que consumiram a goma energética. Essa hipótese é reforçada pelo fato de que no teste máximo realizado após o exercício de intensidade moderada, a frequência cardíaca e a percepção do esforço foram maiores ( $p < 0,05$ ) para o tratamento com a goma energética quando comparados à bebida esportiva. Os autores sugerem que a camada da goma/bala energética possa ter reduzido a velocidade de digestão e absorção do suplemento, durante o exercício moderado, quando comparado às outras formas físicas (gel e líquido), fazendo com que a oferta de carboidrato permanecesse disponível no teste máximo durante o qual não houve a ingestão de carboidratos (16).

De acordo com as investigações apresentadas, verificou-se que ao indicar recurso ergogênico nutricional para a reposição energética, o profissional da área deve avaliar um conjunto de fatores e junto com o esportista ou atleta, buscar a escolha mais conveniente.



Entre os fatores mais importantes está a disponibilidade para transportar e a praticidade para consumir o repositores energético, principalmente em situação de competição, na qual a atenção do atleta está voltada para a prova. Por exemplo, o caso dos ciclistas, a bicicleta apresenta suportes para transportar o recipiente (*squeeze*) contendo bebidas esportivas ou água. Além disso, os sachês de gel de carboidrato e a barra energética podem ser transportados nos bolsos do uniforme dos mesmos. Além disso, para os ciclistas o consumo dos repositores energéticos é mais fácil, uma vez que eles permanecem sentados sobre a bicicleta durante todo o exercício.

Outro fator muito importante para a escolha da forma física do repositores energético é a condição ambiental na qual será realizado o exercício. A temperatura e a umidade afetam diretamente o grau de desidratação (perda hídrica). Assim, em ambientes quentes, nos quais a perda hídrica é elevada, a bebida esportiva é a opção mais indicada junto com o consumo de água pura, visto que ela supre a necessidade de líquidos e de carboidratos. Destaca-se também que, por ser mais palatável em relação à água, a bebida esportiva estimula mais a ingestão voluntária de líquidos durante o exercício, diminuindo as chances de desidratação natural que ocorre com a prática de exercícios físicos. Por outro lado, em ambientes com temperaturas mais amenas, nos quais a perda hídrica é menor, a reposição energética e a hidratação, podem ser alcançadas com sucesso, associando o consumo de gel de carboidrato e/ou barra energética com a ingestão programada de água pura.

Vale lembrar que toda estratégia nutricional deve ser traçada considerando o hábito e as preferências dos esportistas e atletas. Caso seja necessário trocar ou acrescentar um tipo de repositores energético utilizado pelo indivíduo, tal alteração deverá ser testada nos treinamentos e não deverá ser feita próxima aos períodos competitivos.

## 5. CONCLUSÃO

A maioria dos estudos mostra que há melhora do desempenho físico após o consumo de suplementos fontes de carboidratos em relação à água pura. Entretanto, as evidências indicam não haver diferença no desempenho físico em função da forma física apresentada pelos repositores energéticos disponíveis no comércio.

A escolha mais adequada dos repositores energéticos para o consumo durante o treinamento e/ou competição pode ser variável, visto que não existe a melhor opção de reposição energética, mas sim uma opção mais apropriada de acordo com a situação. Deve ser analisado um conjunto de fatores como a intensidade e a duração do exercício físico, a disponibilidade e praticidade para transportar e consumir o suplemento, o ambiente (temperatura), bem como a preferência e tolerância gastrointestinal do indivíduo, para planejar a melhor forma de reposição energética.

Para pesquisas futuras sobre o assunto, sugere-se a condução de estudo para comparar os efeitos resultantes do consumo de todas as formas físicas dos repositores energéticos. Tal estudo deve ser realizado em condições laboratoriais, reproduzindo as condições reais da modalidade esportiva, padronizando a intensidade do esforço físico, a quantidade de carboidratos e líquidos ofertados e as condições ambientais, para se evitar que diferenças nesses parâmetros interfiram nos resultados obtidos. Além disso, se faz importante a investigação da ocorrência de sintomas gastrointestinais em resposta às diferentes formas físicas dos repositores energéticos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. King NA, Tremblay A, Blundell JE. Effects of exercise on appetite control: implications for energy balance. *Med Sci Sports Exerc* 1997;29(8):1076-89.
2. Burke ER. Fisiologia do ciclismo. In: Garret Jr WE, Kirkendal DT, editors. *A ciência do exercício e dos esportes*. Porto Alegre: Artmed; 2003. p.745-57.
3. Zimberg IZ, Crispim CA, Juzwiak CR, Antunes HK, Edwards B, Waterhouse J, et al. Nutritional intake during simulated adventure race. *Int j Sport Nutr Exerc Metab*. 2008; 18(2):152-68.
4. Kimber NE, Ross JJ, Mason SL, Speedy DB. Energy balance during ironman triathlon in male and female triathletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2002;12(1):47-62.
5. Saris WHM, Van Erp-Baart MA, Brouns F, Westerterp KR, Ten Hoor FI. Study on food intake and energy expenditure during extreme sustained exercise : the Tour de France. *Int J Sports Med* 1989; 10 (suppl):S26-31.
6. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Portaria número 22, de 24 de março de 1998, SVS/MS – Ministério da Saúde/Secretaria de Vigilância Sanitária. Disponível em: <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=56>).
7. Coyle EF. Carboidratos e desempenho atlético. *Nutrição no Esporte*. Gatorade Sport Science Institute. *Sports Sci Exchange* 1997. Disponível em: <http://www.gssi.com.br/publicacoes/sse/pdf/gatoradesse9.pdf>.
8. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Transferência de energia no corpo. In\_\_\_. *Fisiologia do Exercício: energia, nutrição e desempenho humano*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003. p.113-32.

9. Davis JM, Bailey SP, Woods JA, Galiano FJ, Hamilton MT, Bartoli WP. Effects of carbohydrate feedings on plasma free tryptophan and branched-chain amino acids during prolong cycling. *Eur J Appl Physiol* 1992;65:513-9.
10. Welsh RS, Davis JM, Burke JR, Williams HG. Carbohydrate and physical/mental performance during intermittent exercise to fatigue. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:723-31.
11. Kreider RB, Almada AL, Antonio J, et al. ISSN Exercise & Sport Nutrition review: research & recommendations. *Sports Nutr Rev J* 2004;1(1):1-44.
12. 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* 2009;15(suppl. 3):S1-13.
13. Haff GG, Koch AJ, Potteiger JA, Kuphal KE, Magee LM, Green SB, et al. Carbohydrate supplementation attenuates muscle glycogen loss during acute bouts of resistance exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2000;10:326-39.
14. Harger-Domitrovich SG, McCloughry AE, Gaskill SE, Ruby BC. Exogenous carbohydrate spares muscle glycogen in men and women during 10 h of exercise. *Med Sci Sport Exerc* 2007;39(12):2171-9.
15. American College of Sports Medicine, American Dietetic Association and Dietitians of Canada. Joint Position Statement: Nutrition and Athletic Performance. *Med Sci Sports Exerc* 2009; 41(3):709-731.
16. Campbell C, Prince D, Braun M, Applegate E, Casazza GA. Carbohydrate-supplement form and exercise performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2008;18:179-90.
17. Mason WL, McConell G, Hargreaves M. Carbohydrate ingestion during exercise: liquid vs solid feedings. *Med Sci Sport Exerc* 1993;25(8):966-9.

18. Mitchell JB, Voss KW. The influence of volume on gastric emptying and fluid balance during prolonged exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1991;23(3):314-9.
19. Burke LM, Hawley J. Fluid balance in team sports – guidelines for optimal practices. *Sports Med* 1997;24:38-54.
20. Wein D. Glycemic index for athletes. National Strength and Conditioning Association. *NSCA's Perform Training J* 2007;6(3):14-15. Disponível em: <http://www.nscs.lift.org/perform>.
21. Rehrer NJ, Brouns F, Beckers EJ, Saris WHM. The influence of beverage composition and gastrointestinal function on fluid and nutrient availability during exercise. *Scand J Med Sci Sport* 1994;4:159-72.
22. Rombaldi AJ, Sampedro RMF. Fatores a considerar na suplementação com soluções carboidratos. *Rev Bras Ativ Física e Saúde* 2001;6(1):53-61.
23. Shirreffs SM, Aragon-Vargas LF, Chamorro M, Maughan RJ, Serratosa L, Zachwieja JJ. The Sweating Response of elite Professional Soccer Players to Training in the heat. *Int J Sports Med* 2005;26:90-5.
24. Shi X, Gisolfi CV. Fluid and carbohydrate replacement during intermittent exercise. *Sports Med* 1998;25(3):157-72.
25. 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.
26. Larosa G. Carbo gel: como, quando e por que consumir? *Fit Perform J* 2005; 4(6): S 318.
27. Beyer PL. Digestão, absorção, transporte e excreção de nutrientes. In: Mahan KL, Escott-Stump S, editors. *Krause alimentos, nutrição & dietoterapia*. São Paulo: Rocca; 2002. p.3-17.

28. Ettinger S. Macronutrientes: Carboidratos, proteínas e lipídeos. In: Mahan KL, Escott-Stump S, editors. Krause alimentos, nutrição & dietoterapia. São Paulo: Rocca; 2002. p.30-64.
29. Lugo M, Sherman WM, Wimer GS, Garleb K. Metabolic responses when different forms of carbohydrate energy are consumed during cycling. *Int J Sport Nutr* 1993;3:398-407.
30. Rauch HGL, Hawley JÁ, Woodey M, Noakes TD, Dennis SC. Effects of ingesting a sports bar versus glucose polymer on substrate utilization and ultra-endurance performance. *Int j Sports Med* 1999;20:252-7.
31. American College of Sports Medicine. Exercise and Fluid Replacement. *Med Sci Sport Exerc* 2007; 39(2):377-90.
32. McConell G, Snow RJ, Proietto J, Hargreaves M. Muscle metabolism during prolonged exercise in humans: influence of carbohydrate availability. *J Appl Physiol* 1999;87:1083-6.
33. Febbraio MA, Chiu A, Angus DJ, Arkinstall MJ, Hawley JA. Effects of carbohydrate ingestion before and during exercise on glucose kinetics and performance. *J Appl Physiol* 2000;89:2220-6.
34. Fritzsche RG, Switer TW, Hodgkinson BJ, Lee S-H, Martin JC, Coyle EF. Water and carbohydrate ingestion during prolonged exercise increase maximal neuromuscular power. *J Appl Physiol* 2000;88:730-7.
35. Ostojic SM, Mazic S. Effects of a carbohydrate-electrolyte drink on specific soccer tests and performance. *J Sports Sci Med* 2002;1:47-53.
36. Ali A, William C, Nicholas CW, Foskett A. The influence of carbohydrate-eletrolyte ingestion on soccer skill performance. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39(11):1969-76.

37. Patterson SD, Gray SC. Carbohydrate-gel supplementation and endurance performance during intermittent high-intensity shuttle running. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2007;17:445-55
38. Burke LM, Wood C, Pyne DB, Telford RD, Saunders PU. Effect of carbohydrate intake on half-marathon performance of well-trained runners. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2005;15:573-89.
39. Hargreaves M, Costill DL, Coggan A, Fink WJ, Nishibata I. Effect of carbohydrate feedings on muscle glycogen utilization and exercise performance. *Med Sci Sports Exerc* 1984;16(3):219-22.
40. Robergs RA, McMinn SB, Mermier C, Leadbetter III G, Ruby B, Quinn C. Blood glucose and glucoregulatory hormone responses to solid and liquid carbohydrate ingestion during exercise. *Int J Sport Nutr* 1998; 8:70-83.

**ARTIGO ORIGINAL 1:**  
**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO COM CARBOIDRATO, NA FORMA**  
**LÍQUIDA *VERSUS* GEL DURANTE UM JOGO DE FUTEBOL NO**  
**METABOLISMO E NO DESEMPENHO FÍSICO.**

Karolina Gatti<sup>1</sup>, Rita de Cássia Gonçalves Alfenas<sup>2</sup>, Paulo Roberto Amorim<sup>3</sup>,  
Maria do Carmo Gouveia Pelúzio<sup>2</sup>, José de Fátima Juvêncio<sup>3</sup>, Jorge Roberto Perroux de  
Lima<sup>4</sup>, João Carlos Bouzas Marins<sup>3</sup>

1. Mestranda em Ciência da Nutrição pela Universidade Federal de Viçosa,  
Viçosa - MG, 2. Professora Dr<sup>a</sup> do Departamento de Nutrição e Saúde da Universidade  
Federal de Viçosa, Viçosa - MG. 3. Professor Dr. do Departamento de Educação Física  
da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, Professor Dr. da Faculdade de  
Educação Física da Universidade Federal de Juiz de Fora - MG.

Correspondência para: Karolina Gatti e João Carlos Bouzas Marins

E-mail: [karolgatti.nutri@hotmail.com](mailto:karolgatti.nutri@hotmail.com) e [jcbouzas@ufv.br](mailto:jcbouzas@ufv.br)

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Educação Física – Laboratório de  
Performance Humana. Av. P.H. Rolfs, s/n, Campus Universitário, CEP:36.570-000,  
Viçosa, MG, Brasil.



## RESUMO

A melhora no desempenho físico com o consumo de bebidas contendo carboidratos tem sido relatada por vários autores. Entretanto, os efeitos do consumo de carboidrato na forma de gel ainda são pouco explorados. O objetivo do estudo foi comparar o efeito da suplementação com carboidratos na forma líquida e em gel no metabolismo e no desempenho físico. Dezesete jogadores de futebol da categoria sub-17 (idade:  $16,17 \pm 0,73$  anos; massa corporal:  $60,26 \pm 8,29$  kg; estatura:  $174,5 \pm 6,45$  cm; IMC:  $19,7 \pm 1,8$  kg/m<sup>2</sup>; %G:  $14,16 \pm 2,71$  % de gordura corporal; VO<sub>2</sub>máx:  $49,3 \pm 2,86$  ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) disputaram 2 partidas de futebol com 3 semanas de intervalo, 2 horas após a ingestão de um café da manhã padronizado. Os participantes consumiram carboidratos na forma de bebida e de gel + água, apresentando o mesmo teor de líquidos, numa taxa de 0,8 g de carboidrato/kg de peso corporal por hora de exercício, sendo que a quantidade total dos repositores energéticos foi dividida e oferecida em quatro momentos: antes do início, entre o primeiro e o segundo tempo e na metade dos dois tempos do jogo. Frequência cardíaca, percepção do esforço, glicemia, concentração sanguínea de lactato, proteinúria, força explosiva, agilidade e o desconforto gástrico foram similares entre os tratamentos em todos os momentos ( $p > 0,05$ ). Em ambos os tratamentos, a glicemia foi maior ( $p < 0,05$ ) no intervalo do jogo e no pós-jogo quando comparada ao pré-jogo. O desempenho no teste de salto (gel:  $36,43 \pm 3,59$ ;  $37,47 \pm 5,24$  cm;  $p = 0,327$  e bebida:  $36,11 \pm 4,03$ ;  $37,74 \pm 3,53$  cm;  $p = 0,066$ ) e no de agilidade (gel:  $15,6 \pm 0,46$  seg;  $15,66 \pm 0,52$  seg;  $p = 0,524$  e bebida:  $15,62 \pm 0,4$  seg;  $15,66 \pm 0,44$  seg;  $p = 0,571$ ) foram similares no pós e pré-jogo. Apenas no tratamento com o gel houve um aumento significativo ( $p < 0,05$ ) no *score* para o sintoma de “dor abdominal no lado direito”, “sensação de inchaço abdominal” e “queimação no estômago” no segundo tempo de

jogo. De acordo com os resultados deste estudo a glicemia, a concentração sanguínea de lactato, o desconforto gástrico e o desempenho físico de adolescentes jogadores de futebol durante uma partida de futebol não diferiu após o consumo de carboidrato na forma de gel ou de bebida. Porém, houve um aumento na sensação de desconforto gástrico (em três sintomas gastrointestinais) no segundo tempo de jogo apenas no tratamento com o gel de carboidrato.

**Palavras-chaves:** suplementação com carboidrato, líquido, gel, glicemia, lactacidemia, glicogênio muscular, desempenho físico, *performance*.

## ABSTRACT

### **THE EFFECTS OF LIQUID CARBOHYDRATES SUPPLEMENTATION VERSUS THE GEL FORM IN THE METABOLISM AND PHYSICAL PERFORMANCE DURING A SOCCER GAME.**

The improvement in physical performance by consumption of drinks containing carbohydrates has been reported by several authors. However, the effects of carbohydrate consumption in a gel form are still poorly explored. The study objective was to compare the supplementation effect with carbohydrates in the liquid and gel forms in metabolism and physical performance. Seventeen soccer players of the Under-17 category (age:  $16.17 \pm 0.73$  years, body mass:  $60.26 \pm 8.29$  kg, height:  $174.5 \pm 6.45$  cm, BMI:  $19.7 \pm 1.8$  kg/ m<sup>2</sup>; % F:  $14.16 \pm 2.71\%$  body fat, VO<sub>2</sub>max:  $49.3 \pm 2.86$  ml. kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) played two soccer games with three weeks of range, two hours after eating a standardized breakfast. Participants consumed carbohydrates as drink and gel + water, presenting the same content of liquids, at a rate of 0.8 g carbohydrate / kg of body weight per hour of exercise, and the total amount of energy stockers was divided and offered in four: before the start of the game, at halftime and in half of both times. Heart rate, perceived exertion, glycaemia, blood lactate concentration, proteinuria, explosive strength, agility and gastric discomfort were similar between treatments at all times ( $p > 0.05$ ). In both treatments, glycaemia was higher ( $p < 0.05$ ) at halftime and after the game when compared to the pre-game. The performance in jumping test (gel:  $36.43 \pm 3.59$ ,  $37.47 \pm 5.24$  cm,  $p = 0.327$  and drink:  $36.11 \pm 4.03$ ,  $37.74 \pm 3.53$  cm,  $p = 0.066$ ) and agility test (gel:  $15.6 \pm 0.46$  sec;  $15.66 \pm 0.52$  sec;  $p = 0.524$  and drink:  $15.62 \pm 0.4$  sec,  $15.66 \pm 0.44$  sec;  $p = 0.571$ ) were similar in the post and pre-game. In the treatment with the gel only there was a significant increase ( $p < 0.05$ ) in scores for the symptom of

“abdominal pain on the right side”, “feeling of abdominal bloating” and “burning sensation in stomach” in the second half of the game. According to the results of this study glycaemia, blood lactate concentration, gastric discomfort and physical performance of young soccer players during a soccer match did not differ after consumption of carbohydrates in the form of gel or drink. However, in the treatment with carbohydrate gel only there was an increased feeling of stomach discomfort (in three gastrointestinal symptoms) in the second half of the game.

**Keywords:** carbohydrate supplementation, liquid, gel, glycaemia, lactacidemia, muscle glycogen, physical performance.

## 1. INTRODUÇÃO

O consumo de carboidratos durante a atividade física para melhorar o desempenho físico tem sido bastante citado na literatura (Hargreaves et al., 1984; Fielding et al., 1985; Murray et al., 1991; McConell et al., 1999; Febbraio et al., 2000; Fritzsche et al., 2000; Welsh et al., 2002; Nybo et al., 2003; Meludu et al., 2005; Byars et al., 2006; Ali et al., 2007; Patterson e Gray, 2007; Campbell et al., 2008; Coso et al., 2008). Os resultados de alguns estudos (Ostojic e Mazic, 2002; Guerra et al, 2004), realizados em condições reais de um jogo de futebol, também demonstram melhora no desempenho físico após o consumo de carboidratos durante o jogo, visto que durante uma partida de futebol os jogadores podem apresentar gasto energético de 2100 a 2520 kcal (Shepard, 1999).

Para Shi e Gisolfi (1998) e Guerra et al. (2004), o consumo de líquidos e/ou de suplementos carboidratados durante uma partida de futebol é muito importante para a melhora do desempenho físico. Devido à dinâmica do jogo, seu consumo está praticamente restrito aos períodos anterior ao início e no intervalo do jogo (Guerra et al., 2004). De acordo com as regras, no futebol, não existem paradas formais que permitam aos jogadores ingerir fluidos (Leiper et al., 2001) ou consumirem suplementos fontes de carboidratos. Assim, a reposição hídrica e/ou energética torna-se algo ocasional durante o jogo (nas batidas de pênaltis, faltas, paradas devido a lesões, infrações às regras, nos momentos das substituições de jogadores e outros).

Devido à duração de um jogo de futebol, considerando ainda a fase de aquecimento, existe uma principal dependência do metabolismo aeróbico. Porém, as ações mais decisivas durante um jogo são dependentes do metabolismo anaeróbico como, por exemplo, as corridas curtas de alta velocidade (*sprints*), os saltos e disputa pela posse

da bola (Stølen et al., 2005). Em relação à melhora no rendimento esportivo dos jogadores de futebol, de acordo com Hargreaves (1994), durante uma partida de futebol o consumo de carboidratos diminui a utilização de glicogênio muscular durante o jogo e aumenta o desempenho na corrida, principalmente durante os momentos finais da partida. Esse fato é de grande importância, visto que geralmente ocorre um declínio nas distâncias percorridas pelos jogadores e na intensidade de trabalho realizado no segundo tempo de jogo, quando comparado ao primeiro tempo de jogo (Mohr et al., 2003; Barros et al., 2007; Bradley et al., 2009; Rampinini et al., 2009).

A forma física do carboidrato consumido pode interferir na taxa de esvaziamento gástrico, uma vez que, um dos fatores que influenciam na velocidade de passagem do alimento pelo estômago é o tamanho da partícula (Wein, 2007), e por isso a digestão e absorção de líquidos ou refeições homogêneas são mais rápidas que refeições sólidas (Rehrer et al., 1994). Dessa maneira, suplementos carboidratados sólidos (barras energéticas) apresentam um esvaziamento gástrico mais lento que aqueles na forma de gel (gel de carboidrato), sendo ainda esperado que as bebidas carboidratadas promovam um esvaziamento gástrico e absorção mais rápidos que o gel e o sólido. Ou seja, a forma física do suplemento carboidratado ingerido pode, parcialmente, determinar a disponibilidade de líquidos e “energia” para o organismo, e afetar assim, o desempenho físico (Mitchell e Voss, 1991; Burke e Hawley, 1997).

Habitualmente, as bebidas esportivas contêm carboidratos (glicose, frutose, sacarose e maltodextrina) e eletrólitos como o sódio e o potássio. Além das bebidas apresentarem digestão e absorção mais rápidas, elas apresentam outra vantagem em relação às outros repositores energéticos com formas físicas diferentes, que é a de fornecer calorias e repor líquidos simultaneamente, promovendo assim a reposição energética e hídrica combinadas (Shirreffs et al., 2005).

Por outro lado, os carboidratos na forma de gel têm sido um grande sucesso entre os atletas e praticantes de atividade física, devido à praticidade do uso do produto. Esses repositores são mais fáceis de transportar e consumir do que a barra energética e a garrafinha com líquidos durante os treinos e as competições. O gel de carboidrato apresenta alta concentração de carboidratos em sua composição, variando de 17 a 25 g por porção (dose), fornecendo alta quantidade de carboidratos (principalmente os complexos, como a maltodextrina geralmente combinada com a frutose, que liberam energia gradativamente), em pequenas doses (Larosa, 2005).

O interesse científico em avaliar os efeitos da forma física apresentada pelos repositores energéticos nos aspectos fisiológicos e no desempenho do exercício é recente. Embora o gel de carboidrato seja muito utilizado por esportistas, existem poucos estudos para comprovar seus benefícios em relação ao desempenho físico (Patterson e Gray, 2007), em especial no futebol.

Diante disto, o objetivo deste estudo foi comparar os efeitos metabólicos e no desempenho físico de jogadores de futebol frente à reposição energética com carboidratos na forma líquida (bebida carboidratada) e em gel (gel de carboidrato) durante um jogo de futebol.

## **2. METODOLOGIA**

### **Participantes**

Dezessete jogadores de futebol da categoria juvenil, que participam regularmente de competições da Federação Mineira de Futebol no estado de Minas Gerais (Brasil), completaram o estudo. Dos vinte atletas que iniciaram o estudo, três foram excluídos do trabalho devido a lesões. A frequência de treinamento desses atletas era de duas sessões

semanais com duração de duas horas cada. Além disso, eles participavam de uma a duas partidas de futebol por semana. Os voluntários e os seus responsáveis legais foram informados verbalmente e por escrito sobre os possíveis riscos à saúde, por meio do termo de consentimento livre esclarecido, obtendo-se assim a autorização para a participação dos jogadores no estudo. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (UFV – MG) (Anexo 1), Brasil, respeitando os procedimentos bioéticos propostos pela resolução do governo brasileiro supervisionado pelo Conselho Nacional de Saúde (CSN, nº 196/96).

### **Desenho experimental**

Trata-se de um estudo de desenho cruzado (*cross-over*), de maneira que as duas equipes consumiram ambos os repositores. Esse desenho impõe nas duas situações de suplementação um desenho intra-sujeitos, em que os mesmos indivíduos são considerados sujeitos-controle e sujeitos-experimentais.

### **Desenvolvimento do experimento**

A investigação aconteceu nas dependências físicas do Departamento de Educação Física e no Laboratório de Performance Humana na UFV, na cidade de Viçosa, Minas Gerais Brasil. As etapas do experimento foram as seguintes: a) primeira etapa: duas semanas antes do experimento os jogadores foram submetidos à avaliação antropométrica (peso, altura) e da composição corporal (pregas cutâneas), de acordo com o protocolo de Slaughter et al. (1988); b) segunda etapa: foi feita a adaptação dos jogadores ao consumo dos suplementos fontes de carboidratos (os jogadores consumiram bebida e gel de carboidrato durante os treinamentos no período de um mês) e à realização dos testes físicos; e c) terceira etapa: foram realizadas duas partidas de futebol, com duração de



noventa minutos cada, divididas em dois tempos de 45 minutos (T1: primeiro tempo e T2: segundo tempo de jogo), que aconteceram com intervalo de três semanas. Os jogadores participaram da partida vestindo uniformes oficiais, reproduzindo as formalidades de uma competição. As partidas foram realizadas por volta das 11h00 às 13h00 e o campo no qual foram realizadas as partidas era de grama natural, com dimensões consideradas oficiais de 98,60 m de comprimento por 67,60m de largura. O estado do gramado foi preservado tendo em vista que não houve precipitação de chuva nas 48 horas que antecederam os jogos, bem como durante a realização dos mesmos. As condições ambientais (temperatura ambiental e umidade relativa do ar) nos dias de jogo foram registradas (em intervalos de 15 minutos) pela estação metereológica TGM-100 da Homis Controle e Instrumentação Ltda.

### **Procedimento antropométrico**

A avaliação antropométrica foi realizada no Laboratório de Performance Humana (LAPEH) localizado nas dependências físicas do Departamento de Educação Física (DES) na Universidade Federal de Viçosa (Viçosa, Minas Gerais - Brasil). O peso corporal foi aferido utilizando uma balança digital, com acurácia de 100 g (Soehnle, modelo 7820,21, Asimed S.A., Barcelona, Espanha). A estatura foi mensurada utilizando o estadiômetro Standard Sanny (American Medical do Brasil Ltda, São Bernardo do Campo, São Paulo, Brasil) com campo de uso de 0,80 a 2,20 metros. E a aferição das dobras cutâneas (tríceps e subescapular) para avaliação da composição corporal de acordo com Slaughter et al. (1988) foi feita utilizando plicômetro científico da marca Cescorf (Cescorf equipamentos para esporte Ltda, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil).

## **Orientações prévias aos experimentos**

Dois dias antes de cada partida de futebol, os participantes receberam orientações nutricionais e foram instruídos a não praticar atividades físicas nas 24 horas anteriores às partidas. Os jogadores foram previamente treinados a realizar o registro alimentar e no dia anterior ao primeiro experimento eles registraram as refeições e os alimentos consumidos. Para que o consumo calórico e de nutrientes do dia anterior aos dois experimentos fossem semelhantes, no segundo experimento os jogadores foram orientados a consumir as mesmas refeições e a ingerir a mesma quantidade de alimentos registrados no dia anterior ao primeiro experimento. Eles também registraram o consumo alimentar do dia anterior ao segundo experimento para que assim, a quantidade calórica e de nutrientes consumidos no dia anterior aos dois experimentos, fossem comparadas.

## **Refeição prévia ao experimento**

No dia do estudo, os jogadores chegaram ao Laboratório de Performance Humana (UFV - Viçosa) por volta das 7 horas, após jejum de 10 h, onde consumiram um café da manhã que de acordo com as recomendações do *Institute of Medicine* (2002), fornecia 15% da Necessidade Estimada de Energia (EER - *Energy Estimate Recommended*) de cada jogador, calculada a partir das necessidades nutricionais individuais. A distribuição percentual dos macronutrientes desta refeição, em relação ao valor energético total (VET), foi realizada de acordo com a Faixa de Distribuição Aceitável (AMDR - *Acceptable Macronutrient Distribution Range*): 45 a 65% de carboidratos, 20 a 35% de lipídios e 10 a 35 % de proteínas. A dieta foi calculada por meio do software Diet Pro versão 4.0 (Viçosa – MG). Os alimentos que compuseram o café da manhã foram: pão de forma tradicional (Pullman), queijo mussarela e refresco natural de laranja.

## **Protocolo de reposição energética (RE)**

Para a reposição energética foram selecionados a bebida carboidratada (BC) e o gel de carboidrato (GC), produzidos pela mesma indústria de suplementos esportivos. Tais repositores apresentavam sabor de laranja. Enquanto o gel de carboidrato continha maltodextrina e a frutose, a bebida carboidratada continha maltodextrina, frutose e glicose. A RE foi feita oferecendo entre 30 e 60 g de carboidrato por hora de exercício (Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte, 2009; American College of Sport Medicine, 2009), resultando numa oferta de 0,8g de carboidrato/kg de peso corporal por hora de exercício. O gel de carboidrato (GC) foi ingerido acompanhado de água para que seu volume fosse equivalente ao apresentado pela bebida carboidratada (BC). A BC foi preparada com concentração de 6% (60 g de carboidratos/1000 ml de água). Dessa forma, a quantidade de líquido oferecido foi referente a 13,33 ml/kg de peso corporal por hora de exercício, sendo que para os noventa minutos de jogo a quantidade foi equivalente a 20 ml/kg de peso corporal. O volume total médio de BC ou de GC + água ( $1205,32 \pm 165,83$  ml) foi dividido igualmente e oferecido em quatro momentos: a) imediatamente antes de iniciar a partida, b) na metade do primeiro tempo de jogo (22minutos e 30 segundos), c) no intervalo entre o primeiro e o segundo tempo de jogo e, d) na metade do segundo tempo de jogo (22minutos e 30 segundos). As porções dos suplementos foram preparadas de forma individual e identificadas com os nomes dos atletas.

## **Frequência Cardíaca**

A frequência cardíaca foi monitorada durante os testes físicos e durante toda a partida utilizando frequencímetros da marca Polar<sup>®</sup> modelo Team System<sup>®</sup>. A análise dos dados foi feita pelo *software Polar Precision Performance SW 3.0*. Esse modelo de frequencímetro pode monitorar a frequência cardíaca em intervalos de até 5 segundos.

Para a análise da frequência cardíaca os dados foram agrupados em intervalos de 15 minutos e utilizou-se o valor médio da frequência cardíaca nesses intervalos.

### **Índice de Percepção do Esforço**

Antes da primeira reposição energética (antes do início do jogo) e do segundo tempo da partida, bem como durante o jogo em intervalos regulares de 15 minutos os jogadores foram abordados por investigadores e foram questionados sobre a percepção do esforço por meio da visualização da escala de Borg (1982) que permite a determinação do índice de percepção de esforço (IPE). Para o tratamento dos dados foram utilizados os valores medianos do IPE do primeiro e do segundo tempo de jogo.

### **Análises sanguíneas**

As amostras sanguíneas para a determinação da glicemia (punção venosa) foram coletadas por profissionais com formação específica e em três momentos: 1) após uma hora do consumo do café da manhã e antecedendo a dinâmica física do estudo (em repouso); 2) no intervalo entre o primeiro e segundo tempos do jogo, e 3) imediatamente após o término do jogo. Para a determinação da concentração sanguínea de lactato (punção capilar) as microamostras foram coletadas também em três momentos, porém com uma dinâmica diferenciada para preservar a condição em exercício de todos os participantes: 1) uma hora após o consumo do café da manhã e antecedendo a dinâmica física do estudo (em repouso); 2 e 3) ao final do primeiro e segundo tempo de jogo, sendo que nos 10 minutos antecedentes ao término do primeiro e segundo tempos das partidas os jogadores eram retirados dois a dois (um jogador de cada equipe) do jogo, deslocavam-se até a lateral do campo para realizar a punção capilar e logo em seguida retornavam para o jogo. O sangue venoso foi coletado pelo método a vácuo utilizando

agulhas descartáveis de 25 mm de comprimento por 8 mm de espessura (BD<sup>®</sup>). As análises foram realizadas imediatamente após cada coleta. Para análise da glicemia foram retirados 4 ml de sangue que foram armazenados em um tubo de ensaio com Fluoreto de Sódio/K<sub>3</sub>EDTA e o plasma fluoretado foi analisado em um aparelho automatizado COBAS MIRA (Roche<sup>®</sup>). A concentração de lactato foi determinada por microamostras (25µl) de sangue coletadas por punção capilar utilizando microlanceta descartável da SoftClix Accu Check Pro<sup>®</sup>, e realizada pelo aparelho portátil Accutrend (Roche<sup>®</sup>).

### **Proteinúria**

A urina foi coletada em recipientes apropriados antes e imediatamente após o jogo e logo em seguida procedeu-se a determinação da proteinúria por meio do aparelho semi-automatizado Labquest (Labtest Diagnóstica<sup>®</sup>), utilizando o sistema reagente Sensiprot da Labtest Diagnóstica<sup>®</sup>.

### **Avaliação do desempenho físico**

Os jogadores fizeram aquecimento com duração de aproximadamente 15 minutos orientados pelo preparador físico da equipe, seguindo-se imediatamente dos testes físicos de salto vertical (*Counter-movement Jump* - CMJ) e de agilidade (*Illinois agility run*) para avaliar o desempenho físico. Para o teste de saltos verticais com contexto intermitente foi empregada a técnica de salto vertical contra-movimento (CMJ) sem o auxílio dos membros superiores, de acordo com o procedimento descrito por Komi e Bosco (1978). O salto contra-movimento sem o auxílio dos membros superiores (CMJ) é uma técnica empregada para avaliar o componente elástico-explosivo no qual os jogadores executaram a flexão do joelho aproximadamente até o ângulo de 110° e mantiveram as mãos fixas ao quadril. Eles foram orientados a manter o tronco na vertical sem o

adiantamento excessivo e os joelhos em extensão durante a fase de vôo para evitar influência nos resultados. Foram realizados três saltos consecutivos em uma plataforma de contato, separados por um intervalo de trinta segundos, sendo que foi considerado o melhor salto. A potência anaeróbica foi estimada utilizando o *System Jump Test* da marca *MultSprint Hidrofit*<sup>®</sup> (Belo Horizonte – MG, Brasil), que contém a plataforma de contato medindo 100 x 66 cm interligada via cabo de rede a um microcomputador, e o programa *Jump Test 2.0* para análise dos dados coletados. A agilidade da cada jogador, ou seja, a habilidade para mudar de direção em velocidade, foi avaliada por meio do teste *Illinois agility run* (Hastad e Lacy, 1994). O percurso total é compreendido em um espaço retangular de 5 metros de largura e 10 metros de comprimento e é dividido em 3 segmentos, sendo que os percursos de partida e o de chegada são em linha reta (10 metros) e entre eles fica o percurso em zigue-zague (cada cone fica separado por 3,33 metros). O atleta foi orientado a correr o mais veloz possível ao longo do percurso e o tempo de resposta foi mensurado por um instrumento de cronometragem eletrônica, composto por um par de fotocélulas da marca *MultSprint Hidrofit*<sup>®</sup> (Belo Horizonte – MG, Brasil), posicionadas uma no ponto de partida e a outra no ponto de chegada, interligadas via cabo de rede a um microcomputador, com *software* apropriado para análise dos dados coletados. Esses testes aconteceram antes da primeira reposição energética e imediatamente após a partida.

### **Problemas Gastrointestinais**

Antes da primeira reposição energética (antes do início do jogo) e do segundo tempo da partida, bem como durante o jogo em intervalos regulares de 15 minutos os jogadores foram abordados pelos investigadores e foram questionados sobre a ocorrência de sintomas referentes a desconfortos gastrointestinais. Os sintomas gastrointestinais

abordados foram: a) dor abdominal no lado direito b) dor abdominal no lado esquerdo; c) sensação de inchaço; d) queimação no estômago; f) náusea; g) vontade de vomitar; e h) refluxo. Cada jogador avaliou os sete itens utilizando uma escala numérica de 10 pontos (de 1 a 10) (Jeukendrup et al., 2000). Para o tratamento dos dados, foram utilizados os valores medianos dos sintomas gastrointestinais do primeiro e segundo tempo de jogo.

### **Análises estatísticas**

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e são apresentados em mediana, valor mínimo, valor máximo, média e desvio-padrão ( $M \pm DP$ ). Dados que apresentaram distribuição normal foram analisados por testes paramétricos. Comparações com pelo menos um parâmetro sem distribuição normal, bem como parâmetro subjetivo foram avaliados por testes não-paramétricos. Para a análise intra-sujeitos foram feitas análises de variância “one-way” para medidas repetidas (frequência cardíaca, glicemia e concentração sanguínea de lactato). Para identificar diferenças em pontos de específicos de tempo (antes x depois) foi utilizado o teste “t” de Student pareado (concentração urinária de proteínas, altura do salto contra-movimento e tempo de duração do teste de agilidade).

Para avaliar diferenças entre os dois tratamentos foi realizado o teste “t” de Student para amostras independentes (ingestão alimentar, frequência cardíaca, glicemia, concentração sanguínea de lactato, concentração urinária de proteínas, altura do salto contra-movimento, tempo de duração do teste de agilidade). Para variáveis de distribuição livre (IPE e problemas gastrointestinais) foi realizado o teste de *Mann-Whitney* para análises entre os tratamentos e o teste de *Wilcoxon* para analisar o efeito tempo comparando o primeiro com o segundo tempo de jogo em cada tratamento e entre os tratamentos. Significância estatística foi considerada para  $p < 0,05$ . Foi usado o ajuste

Bonferroni para o  $p$  valor quando comparações múltiplas foram realizadas. Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versão 17.0 (SPSS Inc., Chicago, USA).

### 3. RESULTADOS

#### Características dos participantes do estudo

As características físicas dos jogadores que participaram do estudo estão apresentadas na Tabela 1. Os dados dos registros alimentares das 24 horas prévias a cada partida de futebol estão apresentados na Tabela 2. O consumo calórico total (Valor Calórico Total - VCT) e a composição dos macronutrientes da dieta ingerida pelos jogadores não foram diferentes estatisticamente entre os dois jogos.

**Tabela 1: Características dos jogadores de futebol avaliados**

| Variáveis                | Média $\pm$ DP    | Mediana | Mínimo – Máximo |
|--------------------------|-------------------|---------|-----------------|
| Idade (anos)             | 16,17 $\pm$ 0,73  | 16,0    | 15 – 17         |
| Peso (kg)                | 60,26 $\pm$ 8,29  | 59,45   | 48,2 -76,15     |
| Estatura (cm)            | 174, 5 $\pm$ 6,45 | 175,0   | 164,1 – 184,9   |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> ) | 19,7 $\pm$ 1,8    | 19,15   | 17,0 – 22,75    |
| % Gordura corporal *     | 14,16 $\pm$ 2,71  | 13,35   | 9,8 – 18,83     |

IMC: Índice de Massa Corporal; DP = Desvio padrão

\* Cálculo do percentual de gordura de acordo com o protocolo de Slaughter et al. (1988).



**Tabela 2: Ingestão alimentar dos participantes no dia anterior a cada jogo de futebol.**

| <b>Variável</b>    | <b>Primeiro jogo</b> | <b>Segundo jogo</b> |
|--------------------|----------------------|---------------------|
|                    | <b>(M ± DP)</b>      | <b>(M ± DP)</b>     |
| VCT (kcal/dia)     | 2847,47 ± 714,36     | 2868,47 ± 811,04    |
| <b>Carboidrato</b> |                      |                     |
| % VCT              | 51,08 ± 7,25         | 54,1 ± 5,76         |
| g/dia              | 364,97 ± 111,92      | 389,41 ± 129,14     |
| <b>Lipídios</b>    |                      |                     |
| % VCT              | 35,58 ± 4,64         | 33,37 ± 6,33        |
| g/dia              | 111,7 ± 28,6         | 106,02 ± 31,88      |
| <b>Proteína</b>    |                      |                     |
| % VCT              | 13,31 ± 5,04         | 12,55 ± 2,29        |
| g/dia              | 1,51 ± 0,63          | 1,45 ± 0,42         |

VCT: Valor Calórico Total

### **Condições ambientais dos jogos de futebol**

As condições ambientais dos dois jogos foram semelhantes. No primeiro jogo, a temperatura foi de  $19,3 \pm 0,53$  °C e  $87 \pm 1,3$  % de umidade relativa do ar. No segundo jogo, a temperatura foi de  $17,4 \pm 0,57$  °C e  $82 \pm 0,76$  % de umidade relativa do ar. De acordo com McArdle et al. (2001) por meio do índice de estresse térmico, essas condições ambientais não representam risco de lesão induzida pelo calor.

## **Resposta fisiológicas durante os jogos de futebol**

As Tabelas 3 e 4 apresentam as variáveis fisiológicas mensuradas durante os jogos de futebol. O comportamento da frequência cardíaca (FC) durante os jogos de futebol não diferiu estatisticamente ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos. Em relação ao efeito tempo, tanto no tratamento com o gel quanto no tratamento com a bebida a média da frequência cardíaca referente aos últimos 15 minutos do primeiro tempo (momento “45 minutos”) foi estatisticamente maior ( $p < 0,05$ ) que a média dos últimos 15 minutos do segundo tempo de jogo (momento “45 minutos”). No tratamento com a bebida também houve uma redução estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) na média da frequência cardíaca do momento “45 minutos” do primeiro tempo de jogo em relação à média da frequência cardíaca dos primeiros 15 minutos (momento “15 minutos”) e do momento “30 minutos” do segundo tempo de jogo.

Em relação à sensação do esforço, de acordo com o índice de percepção do esforço (IPE), não houve diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos durante todos os dois jogos. Em relação ao primeiro e segundo tempo de jogo houve um aumento estatisticamente significativo ( $p < 0,05$ ) no IPE do primeiro para o segundo tempo de jogo em ambos os tratamentos.

**Tabela 3: Frequência cardíaca durante o jogo de futebol em ambos os tratamentos.**

| Variável            | Gel (M ± DP)                | Bebida (M ± DP)                   |
|---------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| FC (batimentos/min) |                             |                                   |
| T1                  |                             |                                   |
| Minuto 15           | 160,4 ± 14,05               | 160,24 ± 12,49                    |
| Minuto 30           | 157,44 ± 13,72              | 156,99 ± 14,09 <sup>c</sup>       |
| Minuto 45           | 160,06 ± 10,60 <sup>f</sup> | 164,51 ± 14,29 <sup>b,d,e,f</sup> |
| T2                  |                             |                                   |
| Minuto 15           | 154,60 ± 9,74               | 156,60 ± 12,15 <sup>c,e</sup>     |
| Minuto 30           | 151,73 ± 9,93               | 153,02 ± 12,04 <sup>c,d</sup>     |
| Minuto 45           | 154,56 ± 9,94 <sup>c</sup>  | 155,99 ± 13,24 <sup>c</sup>       |

FC: Frequência Cardíaca; T1: primeiro tempo de jogo; T2: segundo tempo de jogo.

<sup>b</sup>: diferente do momento “30 minutos” do primeiro tempo; <sup>c</sup>: diferente do momento 45 minutos do primeiro tempo; <sup>d</sup>: diferente do momento “15 minutos” do segundo tempo; <sup>e</sup>: diferente do momento 30 minutos do segundo tempo; <sup>f</sup>: diferente do momento “45 minutos” do segundo tempo; p<0,05.

**Tabela 4: Índice de Percepção do Esforço durante o jogo de futebol em ambos os tratamentos.**

| Sintomas | T  | Jogo           |        |        |                          |               |        |        |                           |
|----------|----|----------------|--------|--------|--------------------------|---------------|--------|--------|---------------------------|
|          |    | Primeiro tempo |        |        |                          | Segundo tempo |        |        |                           |
|          |    | Mediana        | Mínimo | Máximo | M ± DP                   | Mediana       | Mínimo | Máximo | M ± DP                    |
| IPE      | GC | 9,0            | 6,0    | 15,0   | 9,65 ± 2,45 <sup>a</sup> | 11,0          | 6,0    | 17,0   | 11,38 ± 3,29 <sup>b</sup> |
|          | BC | 9,0            | 6,0    | 15,0   | 9,76 ± 2,82 <sup>a</sup> | 11,0          | 6,0    | 17,0   | 11,25 ± 3,07 <sup>b</sup> |

IPE: Índice de Percepção do Esforço

T: Tratamento; GC: Gel de Carboidrato; BC: Bebida Carboidratada

<sup>a,b</sup> Parâmetros seguidos por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente; p<0,05

## **Respostas metabólicas durante os jogos de futebol**

As variáveis metabólicas analisadas estão apresentadas na Tabela 5. Não houve diferença estatisticamente significante ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos para as concentrações sanguíneas de glicose e lactato, e nem para a concentração de proteína na urina.

Em ambos os tratamentos, os níveis glicêmicos no intervalo e após o jogo foram significativamente maiores ( $p < 0,05$ ) do que os níveis glicêmicos em repouso e no tratamento com o gel a glicemia no intervalo foi significativamente maior ( $p < 0,05$ ) do que no pós-jogo. Em relação à concentração sanguínea de lactato os níveis foram estatisticamente maiores ( $p < 0,05$ ) ao final do primeiro tempo de jogo quando comparado ao momento pré-jogo tanto no tratamento com o gel quanto no tratamento com a bebida. No tratamento com a bebida, os níveis sanguíneos de lactato no final do segundo tempo de jogo também foram significativamente maiores ( $p < 0,05$ ) do que os níveis do momento pré-jogo. No tratamento com o gel a concentração sanguínea de lactato ao final do primeiro tempo de jogo foi significativamente maior ( $p < 0,05$ ) do que a concentração sanguínea de lactato no final do segundo tempo de jogo. Para a concentração urinária de proteínas houve um aumento significativo ( $p < 0,05$ ), em ambos os tratamentos, do momento pré para o momento pós-jogo.

**Tabela 5: Concentração de metabólitos no sangue (glicose e lactato) e na urina (proteína) nos momentos pré, intervalo e pós-jogo e de acordo com os tratamentos**

| Variável         | Gel (M ± DP)                  | Bebida (M ± DP)             |
|------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Glicose (mg/dL)  |                               |                             |
| Pré - jogo       | 74,03 ± 10,34                 | 73,97 ± 13,55               |
| Intervalo        | 132,29 ± 24,68 <sup>a</sup>   | 127,0 ± 30,67 <sup>a</sup>  |
| Pós-jogo         | 114,7 ± 19,44 <sup>a, b</sup> | 115,41 ± 17,44 <sup>a</sup> |
| Lactato (mmol/L) |                               |                             |
| Pré-jogo         | 2,11 ± 0,67                   | 1,95 ± 0,34                 |
| Final do T1      | 4,21 ± 1,54 <sup>a</sup>      | 4,71 ± 2,25 <sup>a</sup>    |
| Final do T2      | 2,85 ± 1,05 <sup>c</sup>      | 3,77 ± 2,68 <sup>a</sup>    |
| Proteína (mg/dL) |                               |                             |
| Pré-jogo         | 7,22 ± 2,94                   | 6,65 ± 2,39                 |
| Pós-jogo         | 14,84 ± 8,45 <sup>a</sup>     | 15,83 ± 8,46 <sup>a</sup>   |

T1: primeiro tempo de jogo; T2: segundo tempo de jogo

<sup>a</sup>Diferente do pré-jogo; <sup>b</sup>Diferente do intervalo; <sup>c</sup>: diferente do final do primeiro tempo; p<0,05.

### **Avaliação do desempenho físico**

A análise estatística dos resultados dos testes para avaliar o desempenho físico (Tabela 6), demonstra que não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) entre os tratamentos tanto na altura alcançada no teste do “salto contra-movimento” (*Counter-Moviment Jump*) quanto no tempo para realizar o teste de agilidade. Em relação ao momento também não houve diferença ( $p>0,05$ ) entre os momentos pré e pós-jogo em ambos os tratamentos.

**Tabela 6: Avaliação do desempenho físico.**

| <b>Variável</b>                             | <b>Gel (M ± DP)</b> | <b>Bebida (M ± DP)</b> |
|---|---------------------|------------------------|
| Altura alcança no CMJ (cm)                  |                     |                        |
| Pré-jogo                                    | 36,43 ± 3,59        | 36,11 ± 4,03           |
| Pós-jogo                                    | 37,47 ± 5,24        | 37,74 ± 3,53           |
| Tempo (segundos) - teste de agilidade (IAR) |                     |                        |
| Pré-jogo                                    | 15,6 ± 0,46         | 15,62 ± 0,4            |
| Pós-jogo                                    | 15,66 ± 0,52        | 15,66 ± 0,44           |

CMJ: *Counter-movement Jump*

IAR: *Illinois Agility Run*

### **Problemas gastrointestinais**

Os sintomas gastrointestinais monitorados estão apresentados na Tabela 7. Em relação aos tratamentos, não houve diferenças estatisticamente significantes ( $p > 0,05$ ) para todos os sintomas avaliados. Em relação ao primeiro e segundo tempo de jogo, houve aumento estatisticamente significativo ( $p < 0,05$ ) no *score* dos sintomas gastrointestinais “dor abdominal no lado direito”, “sensação de inchaço abdominal” e “queimação no estômago” do primeiro para o segundo tempo de jogo apenas para o tratamento com o gel de carboidrato.

**Tabela 7: Sintomas de desconforto gastrointestinais durante o jogo de futebol em ambos os tratamentos.**

| Sintomas                       | T  | Jogo           |        |        |                          |               |        |        |                          |
|--------------------------------|----|----------------|--------|--------|--------------------------|---------------|--------|--------|--------------------------|
|                                |    | Primeiro tempo |        |        |                          | Segundo tempo |        |        |                          |
|                                |    | Mediana        | Mínimo | Máximo | M ± DP                   | Mediana       | Mínimo | Máximo | M ± DP Máximo            |
| Dor abdominal no lado direito  | GC | 3,0            | 1,0    | 4,0    | 1,13 ± 0,45 <sup>a</sup> | 7,0           | 1,0    | 8,0    | 1,59 ± 1,25 <sup>b</sup> |
|                                | BC | 3,0            | 1,0    | 4,0    | 1,34 ± 0,66              | 3,0           | 1,0    | 4,0    | 1,41 ± 0,72              |
| Dor abdominal no lado esquerdo | GC | 3,0            | 1,0    | 4,0    | 1,28 ± 0,71              | 3,0           | 1,0    | 4,0    | 1,37 ± 0,71              |
|                                | BC | 2,0            | 1,0    | 3,0    | 1,47 ± 0,7               | 3,0           | 1,0    | 4,0    | 1,44 ± 0,8               |
| Sensação de inchaço abdominal  | GC | 2,0            | 1,0    | 3,0    | 1,22 ± 0,48 <sup>a</sup> | 3,0           | 1,0    | 4,0    | 1,44 ± 0,85 <sup>b</sup> |
|                                | BC | 2,0            | 1,0    | 3,0    | 1,35 ± 0,62              | 3,0           | 1,0    | 4,0    | 1,31 ± 0,67              |
| Queimação no estômago          | GC | 1,0            | 1,0    | 2,0    | 1,10 ± 0,31 <sup>a</sup> | 3,0           | 1,0    | 4,0    | 1,31 ± 0,72 <sup>b</sup> |
|                                | BC | 2,0            | 1,0    | 3,0    | 1,26 ± 0,56              | 4,0           | 1,0    | 5,0    | 1,31 ± 0,78              |
| Náuseas                        | GC | 2,0            | 1,0    | 3,0    | 1,10 ± 0,43              | 2,0           | 1,0    | 3,0    | 1,21 ± 0,51              |
|                                | BC | 2,0            | 1,0    | 3,0    | 1,15 ± 0,4               | 2,0           | 1,0    | 3,0    | 1,12 ± 0,41              |
| Vontade de vomitar             | GC | 1,0            | 1,0    | 2,0    | 1,03 ± 0,17              | 2,0           | 1,0    | 3,0    | 1,10 ± 0,39              |
|                                | BC | 2,0            | 1,0    | 3,0    | 1,15 ± 0,39              | 2,0           | 1,0    | 3,0    | 1,04 ± 0,27              |
| Refluxo                        | GC | 2,0            | 1,0    | 3,0    | 1,12 ± 0,41              | 3,0           | 1,0    | 4,0    | 1,21 ± 0,66              |
|                                | BC | 2,0            | 1,0    | 3,0    | 1,16 ± 0,41              | 2,0           | 1,0    | 3,0    | 1,04 ± 0,27              |

DA: Dor abdominal ; T: Tratamento; GC: Gel de carboidrato; BC: Bebida carboidratada

<sup>a,b</sup> Parâmetros seguidos por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente; p<0,05



#### 4. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

O propósito desse estudo foi verificar, em condições reais de um jogo de futebol, se a forma física do repositores energético (gel de carboidrato *versus* bebida carboidratada), afeta o desempenho dos jogadores. Para isso, os participantes fizeram repouso um dia antes de cada jogo e receberam orientações nutricionais de forma que as dietas do dia anterior a cada experimento fossem similares. Por meio da análise dos registros alimentares das 24 horas anteriores a cada teste foi constatado que consumo calórico total e a composição dos macronutrientes (carboidratos, proteínas e lipídios) não diferiram entre os tratamentos (Tabela 2).

O principal resultado desse estudo é que o consumo carboidratos na forma de gel e de uma bebida, fornecendo quantidades iguais de carboidratos, em uma dosagem moderada e com iguais volumes de líquidos, promove resposta metabólica semelhante (glicemia e concentração de lactato) durante a partida, sem diferenças no desempenho físico dos jogadores, bem como nos sintomas gastrointestinais. Ou seja, nas condições apresentadas anteriormente, a forma física do suplemento fonte de carboidrato não afetou o desempenho físico dos jogadores. Entretanto, um achado importante foi que apenas no tratamento com o gel houve um aumento estatisticamente significativo ( $p < 0,05$ ) no *score* dos sintomas gastrointestinais “dor abdominal no lado direito”, “sensação de inchaço abdominal” e “queimação no estômago” do primeiro para o segundo tempo de jogo.

A manutenção dos níveis glicêmicos durante o exercício com o consumo de carboidratos tem sido demonstrada com diferentes formas físicas do suplemento fonte de carboidrato quando comparado à água pura ou placebo. Esse fato é confirmado por estudos laboratoriais que utilizaram um suplemento fonte de carboidrato na forma líquida (Murray et al., 1991; McConell et al., 1999; Febbraio et al., 2000; Fritzsche et al., 2000; Utter et al., 2002; Morris et al., 2003; Nybo et al., 2003; Timmons e Bar-Or, 2003;

Anastasiou et al., 2004; Carter et al., 2004; Utter et al., 2004; Backhouse et al., 2005; Meludu et al., 2005; Ali et al., 2007; McAnulty et al. 2007; Utter et al., 2007), e no estudo Ostojic e Mazic (2002) que foi realizado em campo, ou seja em condições reais de um jogo de futebol. Estudos realizados com outras formas físicas dos suplementos fontes de carboidratos, como a forma sólida (Hargreaves et al., 1984; Fielding et al., 1985) e gel (Patterson e Gray 2007) também demonstraram manutenção dos níveis glicêmicos durante o exercício quando comparados a água ou placebo. Por outro lado, Burke et al.(2005) em um estudo de campo com maratonistas, não observaram diferenças significativas na resposta glicêmica e no tempo para realizar a meia-maratona entre o gel de carboidrato e o grupo placebo.

Em estudos comparativos entre a forma sólida e líquida dos carboidratos ingeridos durante o exercício realizado em laboratório, foram observadas respostas glicêmicas similares entre os tratamentos com carboidratos (Mason et al., 1993; Lugo et al., 1993; Robergs et al., 1998). Nesses estudos, as quantidades de carboidratos e líquidos oferecidos também foram iguais entre os tratamentos.

Já em relação ao carboidrato na forma de gel, Campbell et al. (2008), foram os pioneiros em comparar, em condições laboratoriais, o gel de carboidrato às outras formas físicas dos carboidratos. Eles investigaram o efeito da bebida carboidratada, gel de carboidrato e a goma de carboidrato (*jelly beans*) no desempenho do exercício em triatletas e ciclistas de ambos os gêneros. Nesse estudo, os atletas realizaram 80 minutos de exercício em cicloergômetro em intensidade moderada, durante o qual foi administrada a suplementação (0,6 g de carboidrato/kg de peso corporal/ hora de exercício), e em seguida foram submetidos a um teste de desempenho físico (teste máximo de 10 km). Assim como no presente estudo, eles também constataram que todas

as formas físicas avaliadas foram igualmente eficientes em manter os níveis sanguíneos de glicose durante o exercício e em melhorar o desempenho físico dos atletas.

Tendo em vista os resultados obtidos no presente estudo, assim como a similaridade dos resultados apresentados em estudos semelhantes, tanto a resposta glicêmica quanto a da concentração de lactato parecem não serem influenciadas conforme a forma física do suplemento fonte de carboidrato (gel *versus* bebida) consumido (Tabela 5). Isto é importante na prática profissional, ou seja, no planejamento da estratégia de reposição energética, pois possibilita mais opções de escolha do tipo de suplemento carboidratado a ser utilizado para a reposição energética.

O comportamento semelhante das variáveis fisiológicas, como a frequência cardíaca (Tabela 3) e o índice de percepção do esforço (Tabela 4), e das variáveis metabólicas como a concentração de lactato e a excreção urinária de proteínas (Tabela 5) durante os dois jogos demonstra que houve similaridade na intensidade do trabalho físico realizado em ambos os tratamentos (gel *versus* bebida). Observa-se também, por meio do comportamento da frequência cardíaca e da concentração de lactato uma diminuição na intensidade do jogo no segundo tempo dos dois jogos, o que é um fato habitual durante partidas de futebol (Mohr et al., 2003; Barros et al., 2007; Bradley et al., 2009; Rampini et al., 2009). A similaridade no aumento da sensação de esforço no final do segundo tempo e no aumento da excreção urinária de proteínas após os dois jogos também mostram que o desgaste físico e o estresse do exercício foram semelhantes nos dois tratamentos.

Em concordância com os resultados apresentados anteriormente, o desempenho nos testes de salto e de agilidade (Tabela 6) também não diferiram entre os jogos em que se consumiram carboidrato em gel e na forma líquida. Os estudos comparativos dos efeitos metabólicos e do desempenho no exercício entre suplementos fontes de

carboidratos de diferentes formas físicas, como realizado no estudo de Lugo et al. (1993) e Robergs et al. (1998), que compararam carboidratos na forma sólida e líquida e o de Campbell et al. (2007) que investigaram o carboidrato na forma líquida, em gel e na forma de goma também não constataram diferença no desempenho físico oferecendo a mesma quantidade de carboidratos e líquidos em todos os tratamentos. Além das diferenças na quantidade de carboidratos e líquidos, nesses estudos, o exercício foi feito em condições laboratoriais, em cicloergômetro, e conseqüentemente o desempenho físico foi avaliado de maneira diferente em cada estudo.

Vale ressaltar que, no estudo de Campbell et al. (2007), a média de potência de trabalho obtida durante o teste máximo foi significativamente maior no teste com a goma energética em comparação à bebida e ao gel de carboidrato, sugerindo que os participantes foram capazes de realizar mais trabalho físico no teste que consumiram a goma energética. Essa hipótese é reforçada pelo fato de que no teste máximo realizado após o exercício de intensidade moderada, a frequência cardíaca e a percepção do esforço foram maiores ( $p < 0,05$ ) para o tratamento com a goma energética quando comparados à bebida esportiva. Os autores sugerem que a camada da goma/bala energética possa ter reduzido a velocidade de digestão e absorção do suplemento, durante o exercício moderado, quando comparado às outras formas físicas (gel e líquido), fazendo com que a oferta de carboidrato permanecesse disponível no teste máximo durante o qual não houve a ingestão de carboidratos.

A ausência de diferenças significantes no desempenho da força explosiva (salto) e na velocidade da corrida pode ser resultante do aporte energético feito por meio do consumo de carboidratos ao longo do jogo, o que pode ter reduzido a taxa de utilização do glicogênio muscular conforme proposto por Tsintzas e Williams (1998) e Meludu et

al (2005). Para a confirmação desta hipótese, seria necessário realizar a biópsia muscular nos jogadores, que é um procedimento invasivo, caro e de difícil execução.

Considerando verdadeira a hipótese de economia do glicogênio muscular com o consumo de carboidratos durante o exercício, o que conseqüentemente promoveu a manutenção do desempenho físico da força explosiva e velocidade após o jogo de futebol, essa hipótese representaria uma intervenção nutricional fundamental ao longo de uma partida de futebol. Dessa forma, essa estratégia pode oferecer vantagens em relação ao desempenho físico dos jogadores frente a um adversário que não utilize estratégias nutricionais iguais ou semelhantes.

De acordo com Rehrer et al. (1994) e Wein (2007), a forma física do carboidrato consumido durante o exercício pode gerar um efeito diferenciado no esvaziamento gástrico e que assim, pode produzir sintomas gastrointestinais variados. Dependendo da intensidade desses sintomas gastrointestinais o desempenho dos atletas pode ser prejudicado. Assim, o tipo e concentração de carboidrato, bem como outros ingredientes podem ter uma resposta independente da forma física consumida sobre o esvaziamento gástrico, merecendo assim um estudo minucioso da influencia de cada situação. Dessa forma, a avaliação desses sintomas (tolerância gastrointestinal) deve receber atenção em estudos que comparam os efeitos no desempenho físico da reposição energética com carboidratos de diferentes formas. Porém, como foi observado nos estudos anteriores que apresentam como objetivo comparar os efeitos das formas físicas do carboidrato ingeridos durante o exercício no desempenho físico, a ocorrência de problemas gastrointestinais tem sido pouco explorada pelos pesquisadores (Pfeiffer et al., 2009).

No estudo de campo de Burke et al. (2005), foi claramente detectado o prejuízo no desempenho físico devido a ocorrência de desconforto gastrointestinal no teste com o carboidrato na forma de gel. Embora nesse estudo a avaliação do desconforto gástrico

não estava presente na metodologia, os autores afirmam que o fato de não haver melhora significativa no desempenho físico dos maratonistas no tratamento com o gel de carboidrato quando comparado a bebida placebo foi devido à ocorrência de desconforto gástrico relatado por três maratonistas durante o teste com o carboidrato em gel.

Em relação ao desconforto gástrico (Tabela 7), no presente estudo os sintomas gastrointestinais avaliados não diferiram entre o carboidrato na forma de gel e na forma líquida. Isto sinaliza positivamente que o consumo de carboidrato na concentração ofertada no presente estudo não prejudicará o rendimento do atleta gerado por problemas gastrointestinais. Cabe destacar que quando foi comparado o primeiro com o segundo tempo de jogo observou-se um aumento no *score* no segundo tempo de jogo para os sintomas gastrointestinais “dor abdominal no lado direito”, “sensação de inchaço abdominal” e “queimação no estômago” apenas no tratamento com o gel. Porém, esse aumento nos sintomas que refletem desconforto gástrico não foi suficiente para prejudicar o desempenho físico dos jogadores.

Segundo Pfeiffer et al. (2009), os sintomas gastrointestinais são classificados como “graves” quando o *score* for maior que 4. No presente estudo, apenas no tratamento com o gel o valor mediano do *score* (*score* 7) do sintoma “dor abdominal do lado direito” alcançou valor para ser classificado como “grave”, sendo que o *score* máximo encontrado para esse sintoma foi igual a 8. Também no tratamento com o gel para a sensação de “queimação no estômago” foi encontrado um *score* máximo classificado como grave (*score* 5).

Em conclusão, em uma situação real de uma partida de futebol entre jogadores adolescentes a ingestão, em dosagem moderada, dos suplementos fontes de carboidratos na forma líquida e em gel durante o jogo promoveu efeitos similares no metabolismo, nos sintomas gástricos e no desempenho físico. Para investigações futuras, sugere-se um

estudo comparativo entre todas as formas físicas (líquida, sólida e gel) dos suplementos fontes de carboidratos ao longo do exercício, visto que houve um aumento em alguns sintomas de desconforto gastrointestinal no segundo tempo de jogo apenas no tratamento com o gel de carboidrato.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ali, A., William, C., Nicholas, C.W., & Foskett, A. (2007). The influence of carbohydrate-electrolyte ingestion on soccer skill performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(11), 1969-1976.
2. American College of Sports Medicine, American Dietetic Association and Dietitians of Canada. (2009). Joint Position Statement: Nutrition and Athletic Performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(3), 709-731.
3. Anastasiou, C.A., Kavouras, S.A, Koutsari, C., Georgakabis, C., Skenderi, K., Beer, M., & Sidossis, L.S. (2004). Effect of maltose-containing sports drinks on exercise performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 14, 609-625.
4. Backhouse, S.H., Bishop, N.C., Biddle, S.J.H., & Williams, C. (2005). Effect of carbohydrate and prolonged exercise on affect and perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(10), 1768-1773.
5. Barros, R.M.L., Misuta, M.S., Menezes, R.P., Figueroa, P.J., Moura, F.A., Cunha, S.A., et al. (2007). Analysis of the distances covered by first division brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. *Journal of Sports Science and Medicine*; 6(2), 233-242.
6. Borg, G. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(5), 377-387.

7. Bradley, P.S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., & Krstrup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Science*; 27(2), 159-168.
8. Burke, L.M., Hawley, J. (1997). Fluid balance in team sports – guidelines for optimal practices. *Sports Medicine*, 24, 38-54.
9. Burke, L.M., Wood, C., Pyne, D.B., Telford, R.D., & Saunders, P.U (2005). Effect of carbohydrate intake on half-marathon performance of well-trained runners. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 15, 573-589.
10. Byars, A., Greenwood, M., Greenwood, L., & Simpson, W.K. (2006). The effectiveness of a pre-exercise performance drink (prx) on indices of maximal cardiorespiratory fitness. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 3(1), 56-59.
11. Campbell, C., Prince, D., Braun, M., Applegate, E., & Casazza, G.A. (2008). Carbohydrate-supplement form and exercise performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 18, 179-190.
12. Carter, J.M, Jeukendrup, A.E., Mann, C.H., & Jones, D.A. (2004). The effect of glucose infusion on glucose kinetics during a 1-h time trial. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(9), 1534-1550.
13. Coso, J., Estevez, E., Baquero, R.A., & Mora-Rodriguez, R. (2008). Anaerobic performance when rehydrating with water or commercially available sports drinks during prolonged exercise in the heat. *Applied Physiology of Nutrition and Metabolism*, 33, 290-298.
14. Febbraio, M.A., Chiu, A., Angus, D.J, Arkinstall, M.J., & Hawley, J.A. (2000). Effects of carbohydrate ingestion before and during exercise on glucose kinetics and performance. *Journal of Applied Physiology*, 89, 2220-2226.



15. Fielding, R.A., Costill, D.L., Fink, W.J., King, D.S, Hargreaves, M., & Kovaleski, J.E.(1985). Effect of carbohydrate feeding frequencies and dosage on muscle glycogen use during exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 17(4), 472-476.
16. Fritzsche, R.G., Switer, T.W., Hodgkinson, B.J, Lee, S-H., Martin, J.C., & Coyle, E.F. (2000). Water and carbohydrate ingestion during prolonged exercise increase maximal neuromuscular power. *Journal of Applied Physiology*, 88, 730-737.
17. Guerra, I., Chaves, R., Barros, T.L., & Tirapegui, J. (2004). The influence of fluid ingestion on performance of soccer players during a match. *Journal of Sports Science and Medicine*, 3, 198-202.
18. Hargreaves, M. (1994). Carbohydrate and lipid requirements of soccer. *Journal of Sports Science*, 12, 13S-16S.
19. Hargreaves, M., Costill, D.L., Coggan, A., Fink, W.J., & Nishibata, I. (1984). Effect of carbohydrate feedings on muscle glycogen utilization and exercise performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 16(3), 219-222.
20. Hastad, D.N., Lacy, A.C. (1994). Measurement and evaluation in physical education and exercise science. 2nd ed. Scottsdale, AZ: Gorsuch Scarisbrick, Publishers.
21. Institute of Medicine. Energy. In: Dietary Reference Intakes – Energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids. (2002). *The National Academy Press* (p.5.1-5.114). Washington, D.C.
22. Jeukendrup, A.E., Vet-Joop, K., Sturk, A., Stegen, J.H., Senden, J., Saris, W.H.M., & Wagenmakers, A.J.M. (2000). Relationship between gastro-intestinal complaints and endotoxaemia, cytokine release and the acute-phase reaction during and after a long-distance triathlon in highly trained men. *Clinic Science*, 98, 47–55.
23. Komi, P.V., & Bosco, C. (1978). Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 10, 261-265.

24. Larosa G. (2005). Carbo gel: como, quando e por que consumir? *Fitness & Performance Journal*, 4(6), 318S.
25. Léger, L.A., & Lambert, J. (1982). A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO<sub>2</sub> max. *European Journal of Applied Physiology*, 49, 1-12.
26. Leiper, J.B., Broad, N.P., & Maughan, R.J. (2001). Effect of intermittent high-intensity exercise on gastric emptying in man. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(8), 270-1278.
27. Lugo, M., Sherman, W.M., Wimer, G.S., & Garleb, K. (1993). Metabolic responses when different forms of carbohydrate energy are consumed during cycling *International Journal of Sport Nutrition*, 3, 398-407.
28. Mason, W.L., McConell, G., & Hargreaves, M. (1993). Carbohydrate ingestion during exercise: liquid vs solid feedings. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25(8), 966-969.
29. McAnulty, S.R., McAnulty, L.S., Morrow, J.D., Nieman, D.C., Owens, J.T., & Carper, C.M. (2007). Influence of carbohydrate intense exercise, and rest intervals on hormonal and oxidative changes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 17, 478-490.
30. McArdle, W.D, Katch, F.L, & Katch, V.L (2001). *Nutrição para o desporto e o exercício*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
31. McConell, G., Snow, R.J., Proietto, J., Hargreaves, M. (1999). Muscle metabolism during prolonged exercise in humans: influence of carbohydrate availability. *Journal of Applied Physiology*, 87(3), 1083-1086.
32. Meludu, S.C., Asomugha, L., Dioka, E.C., Osuji, C., Agbasi, A.C., Ifeanyichukwu, M., & Oluboyo, O.A. (2005). Exercise performance in relation to glucose drink and their

effect on some biochemical parameters. *Nigerian Journal of Physiological Sciences*, 20(1-2), 43-47.

33. Mitchell, J.B., & Voss, K.W. (1991). The influence of volume on gastric emptying and fluid balance during prolonged exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(3), 314-319.

34. Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Science*, 21(7), 519-528.

35. Morris, J.G., Nevill, M.E., Thompson, D., Collie J., & Williams, C. (2003). The influence of a 6,5% carbohydrate-electrolyte solution on performance of prolonged intermittent high-intensity running at 30 °C. *Journal of Sports Sciences*, 21, 371-381.

36. Murphy, R.J., & Ashe, W.F. (1965). Prevention of heat illness in football player. *The Journal of American Medical Association*, 194:650.

37. Murray, R., Paul, G.L., Seifert, J.G., & Eddy, D.E. (1991). Responses to varying rates of carbohydrate ingestion during exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(6), 713-718.

38. Nybo, L. (2003). CNS fatigue and prolonged exercise: effect of glucose supplementation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(4), 589-594.

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

40. Patterson, S.D., & Gray, S.C. (2007). Carbohydrate-gel supplementation and endurance performance during intermittent high-intensity shuttle running. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 17, 445-455.

41. Pfeiffer, B., Cotterill, A., Grathwohl, D., Stellingwerff, T., & Jeukendrup, A.E. (2009). The effect of carbohydrate gels on gastrointestinal tolerance during a 16-km run. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 19, 485-503.
42. Rampinini, E., Impellizzeri, F.M., Castagna, C., Coutts, A.J., & Wisløff, U. (2009). Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: Effect of fatigue and competitive level. *Journal of Sciences and Medicine in Sport*; 12(1), 227-33
43. Rehrer, N.J., Brouns, F., Beckers, E.J., & Saris, W.H.M. (1994). The influence of beverage composition and gastrointestinal function on fluid and nutrient availability during exercise. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 4, 159-172.
44. Robergs, R.A., McMinn, S.B., Mermier, C., Leadbetter III, G., Ruby, B., & Quinn, C. (1998). Blood glucose and glucoregulatory hormone responses to solid and liquid carbohydrate ingestion during exercise. *International Journal of Sport Nutrition*, 8, 70-83.
45. Shepard, R.J. (1999). Biology and Medicine of soccer: an update. *Journal of Sports Sciences*, 17, 757-786.
46. Shi, X., & Gisolfi, C.V. (1998). Fluid and carbohydrate replacement during intermittent exercise. *Sports Medicine*, 25(3), 157-172.
47. 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 of Sports Medicine*, 26, 90-95.
48. Slaughter, M.H., Lohman, T.G., & Boileau, R.A., et al. (1988). Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biology*, 60(5), 709-723.
49. Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte. (2009). Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e

potenciais riscos para a saúde. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 15(suppl. 3), 1-13S.

50. Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer. *Sports Medicine*, 35(6), 501-536.

51. Timmons, B.W., & Bar-Or, O. (2003). RPE during prolonged cycling with and without carbohydrate ingestion in boys and men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(11), 1901-1907.

52. Tsintzas, K., & Williams, C. (1998). Human muscle glycogen metabolism during exercise: effect of carbohydrate supplementation. *Sports Medicine*, 25(1):7-23.

53. Utter, A.C., Kang, J., Nieman, D.C., Dumke, C.L., McAnulty, S.R., Vinci, D.M., & McAnulty, L.S. (2004). Carbohydrate supplementation and perceived exertion during prolonged running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(6), 1036-1041.

54. Utter, A.C., Kang, J., Nieman, D.C., Dumke, C.L., McAnulty, S.R., & McAnulty, L.S. (2007). Carbohydrate attenuates perceived exertion during intermittent exercise and recovery. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(5), 880-885.

55. Utter, A.C., Kang, J., Robertson, R.J., Nieman, D.C., Chaloupka, E.C., Suminski, R.R., & Piccinni, C.R. (2002). Effect of carbohydrate ingestion on ratings of perceived exertion during a marathon. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(11), 1779-1784.

56. Wein, D. (2007). Glycemic index for athletes. *National Strength and Conditioning Association. NSCA's Perform Training Journal*, 6(3), 14-15. Disponível em: <http://www.nasca.lift.org/perform>.

57. Welsh, R.S., Davis, J.M., Burke, J.R., & Williams, H.G. (2002) Carbohydrate and physical/mental performance during intermittent exercise to fatigue. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34, 723-731.

**ARTIGO ORIGINAL 2:**  
**BALANÇO HÍDRICO-MINERAL COM A INGESTÃO DE CARBOIDRATOS NA  
FORMA LÍQUIDA E EM GEL DURANTE UM JOGO DE FUTEBOL.**

Karolina Gatti<sup>1</sup>, Paulo Roberto Amorim<sup>3</sup>, Rita de Cássia Gonçalves Alfenas<sup>2</sup>,  
Maria do Carmo Gouveia Pelúzio<sup>2</sup>, José de Fátima Juvêncio<sup>3</sup>, Jorge Roberto Perroux de  
Lima<sup>4</sup>, João Carlos Bouzas Marins<sup>3</sup>

1. Mestranda em Ciência da Nutrição pela Universidade Federal de Viçosa,  
Viçosa - MG, 2. Professora Dr<sup>a</sup> do Departamento de Nutrição e Saúde da Universidade  
Federal de Viçosa, Viçosa - MG. 3. Professor Dr. do Departamento de Educação Física  
da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.; 4. Professor Dr. da Faculdade de  
Educação Física da Universidade Federal de Juiz de Fora.

Correspondência para: Karolina Gatti e João Carlos Bouzas Marins

E-mail: [karolgatti.nutri@hotmail.com](mailto:karolgatti.nutri@hotmail.com) e [jcbouzas@ufv.br](mailto:jcbouzas@ufv.br)

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Educação Física – Laboratório de  
Performance Humana. Av. P.H. Rolfs, s/n, Campus Universitário, CEP: 36.570-000,  
Viçosa, MG, Brasil.

## RESUMO

No futebol, assim como em outras modalidades esportivas, a combinação da reposição hídrica e energética evita a desidratação e fornece energia para melhora e manutenção do desempenho físico. Devido à duração do jogo e de acordo com as condições ambientais, a perda hídrica e de eletrólitos no suor durante uma partida de futebol pode ser elevada. O objetivo do estudo foi comparar o balanço hídrico-mineral resultante da reposição hídrica e energética com carboidratos na forma líquida e em gel, durante um jogo de futebol. Dezesete jogadores de futebol da categoria sub-17 (idade:  $16,17 \pm 0,73$  anos; massa corporal:  $60,26 \pm 8,29$  kg; estatura:  $174,5 \pm 6,45$  cm; IMC:  $19,7 \pm 1,8$  kg/m<sup>2</sup>; %G:  $14,16 \pm 2,71$  % de gordura corporal) disputaram duas partidas de futebol em dias separados, por 3 semanas, 2 horas após a ingestão de um café da manhã padronizado. Antes do início e na metade dos dois tempos do jogo, os participantes consumiram 0,8 g de carboidrato/kg de peso corporal por hora de exercício na forma de bebida e de gel, apresentando o mesmo teor de líquidos (20 ml/kg de peso corporal para os noventa minutos de jogo). Em relação aos parâmetros de avaliação do estado de hidratação (percentual de perda de peso, grau de desidratação, taxa de sudorese, volume total de urina, densidade urinária e percentual de reposição hídrica) não houve diferença estatística ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos. Houve perda estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) no peso corporal, após o jogo em ambos os tratamentos. A concentração plasmática de sódio e potássio não diferiu entre os tratamentos ( $p > 0,05$ ). A concentração plasmática de potássio reduziu significativamente após o jogo em ambos os tratamentos ( $p < 0,05$ ). Frequência cardíaca e percepção do esforço foram similares entre os tratamentos em todos os momentos ( $p > 0,05$ ). De acordo com os resultados deste estudo o estado de desidratação e a concentração plasmática de sódio e potássio durante uma

partida de futebol não diferiu após a reposição hídrica e energética com carboidrato na forma de gel ou bebida.

**Palavras-chaves:** reposição hídrica, reposição energética, desidratação, balanço hídrico, eletrólitos, sódio plasmático, potássio plasmático.



## **ABSTRACT**

### **MINERAL-WATER BALANCE WITH INGESTION OF CARBOHYDRATES IN LIQUID AND GEL FORM DURING A SOCCER GAME.**

In soccer, as in other sports, the combination of water and energy replacement prevents dehydration and provides energy for improvement and maintenance of physical performance. Due to the length of the game and according to the environmental conditions the water and electrolytes loss in sweat during a soccer game can be high.

The objective of this study was to compare the mineral and water balance resulting from the and energy replacement with carbohydrates in the liquid and gel form during a soccer game. Seventeen soccer players of the under-17 category (age:  $16.17 \pm 0.73$  years, body mass:  $60.26 \pm 8.29$  kg, height:  $174.5 \pm 6.45$  cm, BMI:  $19.7 \pm 1.8$  kg/m<sup>2</sup>; % F:  $14.16 \pm 2.71$ % body fat) played a soccer match in two days separated by 3 weeks, 2 hours after eating a standardized breakfast. Before the start and in the half of two times of the game, participants consumed 0.8 g carbohydrate/kg body weight per hour of exercise in the water and gel form, with the same fluid content (20 ml / kg body weight for the ninety minutes of game). In relation to the parameters of assessment for hydration status (percentage of weight loss, degree of dehydration, sweat rate, urine total volume, urine density and percentage of water replacement) there was no statistical difference ( $p > 0.05$ ) between treatments. There was a statistically significant loss ( $p < 0.05$ ) in body weight after the game in both treatments. The plasma sodium and potassium concentration did not differ between treatments ( $p > 0.05$ ). The plasma potassium concentration decreased significantly after the game in both treatments ( $p < 0.05$ ). Heart rate and perceived exertion were similar between treatments at all

moments ( $p > 0.05$ ). According to the results of this study, the dehydration status and plasma sodium and potassium concentration during a soccer match were not different after fluid and energy replacement with carbohydrate in gel or liquid forms.

**Keywords:** fluid replacement, energy replacement, dehydration, fluid balance, electrolytes, plasma sodium, plasma potassium.

## 1. INTRODUÇÃO

O futebol é uma modalidade esportiva que envolve exercícios intermitentes de intensidade variável. Em um jogo de futebol da categoria de elite, a distância média percorrida é de aproximadamente 11,5 km, podendo variar de 9 a 14 km. A distância percorrida varia de acordo com o padrão da competição, as condições ambientais, do gramado, táticas, psicológicas, nutricionais e diversos outros fatores (Shepard, 1999; Braz, 2009). Tem-se registrado também que de 16 a 17 % dessa distância, os jogadores realizam corridas em alta intensidade (velocidade de 15 a 18 km/hora). Em relação às corridas curtas de alta velocidade (*sprints*), tem sido demonstrado que estas correspondem de 0,5 a 12% da distância percorrida durante uma partida de futebol (Krustrup e Bangsbo, 2001). Estas atividades de alta intensidade geram uma elevada demanda metabólica e, conseqüentemente uma grande geração de calor corporal. Para uma adequada manutenção da homeostase térmica, esse calor tem que ser dissipado e, na maioria das vezes, ocorre por meio da transpiração, impactando assim no equilíbrio hídrico corporal do jogador.

No futebol, como acontece em outras modalidades esportivas, a elevação da temperatura corporal causada pelo trabalho físico pode ser ainda mais acentuada se o exercício for realizado em ambiente quente. Como mecanismo de regulação da temperatura corporal, ocorre aumento do fluxo sanguíneo para a pele e a secreção de suor. A sudorese é a via primária de perda de calor para o ambiente e é acompanhada por perda de líquido corporal e eletrólitos, como o sódio e o potássio (ACSM, 2007). Se o líquido e os eletrólitos perdidos não forem repostos adequadamente, a elevada produção de suor de forma aguda ou crônica pode gerar desequilíbrio hidro-eletrolítico, resultando assim em prejuízos à saúde e ao desempenho físico em treinamento ou em competições

(Marins et al. 2003; Baker et al., 2007; Judelson et al., 2007; Anastasiou et al., 2009; Hayes e Morse, 2009).

É um erro considerar a perda hídrica de um jogador de futebol somente nos noventa minutos de uma partida de futebol. Na realidade, a perda hídrica começa a acontecer desde os momentos iniciais do aquecimento e ocorre ao longo do jogo e também durante o intervalo. Apesar da curta duração do intervalo do jogo, de aproximadamente quinze minutos, o organismo ainda mantém-se acelerado se comparado a um estado de repouso. Em investigações realizadas com jogadores de futebol as perdas hídricas por meio do suor foram estimadas em 2,03 l (Maughan et al., 2004) e de 2,19 l (Shirreffs et al., 2005) durante noventa minutos de exercício.

Devido à dinâmica do jogo, o consumo de líquidos ou repositores energéticos na forma gel de carboidrato está praticamente restrito aos períodos anterior ao início e no intervalo do jogo (Guerra et al., 2004). De acordo com as regras, no futebol não existem paradas formais que permitam aos jogadores ingerirem fluidos (Leiper et al., 2001) ou a consumirem suplementos fontes de carboidratos. Assim, a reposição hídrica e/ou energética torna-se algo ocasional durante o jogo (nas batidas de pênaltis, faltas, paradas devido a lesões, infrações às regras, nos momentos das substituições de jogadores e outros), o que pode levar a redução do desempenho físico dos jogadores.

Considerando a duração total de uma partida de futebol e a contínua perda hídrica decorrente do esforço físico, tem-se também a perda de eletrólitos principalmente na forma de cloreto de sódio, que apresenta as maiores concentrações no suor, e o potássio (Maughan et al., 2003). Para Shi e Gisolfi (1998) e Guerra et al. (2004) durante uma partida de futebol, o consumo de líquidos e/ou de suplementos carboidratados, que geralmente apresentam eletrólitos na sua composição, é muito importante para a melhora

do desempenho físico, pois repõe a energia, poupa a utilização de glicogênio muscular para ser utilizado ao final do jogo e repõe as perdas hidroeletrolíticas no suor.

Com o objetivo de melhorar a condição de desempenho do jogador de futebol, determinadas estratégias nutricionais/ergogênicas podem ser propostas ao longo do jogo. As bebidas esportivas contêm habitualmente carboidratos (glicose, frutose, sacarose e maltodextrina) e eletrólitos como o sódio e o potássio. Além de promoverem o processo de digestão e absorção mais rápidas, elas apresentam outra vantagem em relação às outras formas físicas dos repositores energéticos, que é a de fornecer calorias e repor líquidos simultaneamente, promovendo assim a reposição energética e hídrica combinadas (Shirreffs et al., 2005). Por outro lado, os carboidratos na forma de gel apresentam alta concentração de carboidratos em sua composição, variando de 17 a 25 g por porção (dose), fornecendo altas taxas de carboidratos (Larosa, 2005), mas geralmente não apresenta eletrólitos na composição.

Tendo em vista que, um déficit de líquido corporal em um grau leve de 1% do peso corporal pode desencadear prejuízos no desempenho do exercício (Sawka, 1992; Sawka e Mountain, 2000), o objetivo desse estudo foi verificar o balanço hídrico-mineral frente à reposição hídrica e energética com carboidratos na forma líquida (bebida carboidratada) e em gel (gel de carboidrato) durante um jogo de futebol.

## **2. METODOLOGIA**

### **Participantes**

Dezessete jogadores de futebol da categoria juvenil, que participam regularmente de competições da Federação Mineira de Futebol no estado de Minas Gerais (Brasil), completaram o estudo. Dos vinte atletas que iniciaram o estudo três foram excluídos do trabalho devido a lesões. A frequência de treinamento desses atletas era de duas sessões

semanais com duração de duas horas cada. Além disso, eles participavam de uma a duas partidas de futebol por semana. Os voluntários e os seus responsáveis legais foram informados verbalmente e por escrito sobre os possíveis riscos à saúde, por meio do termo de consentimento livre esclarecido, obtendo-se assim a autorização para a participação dos jogadores no estudo. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa (UFV – MG) (Anexo 1), Brasil, respeitando os procedimentos bioéticos propostos pela resolução do governo brasileiro supervisionado pelo Conselho Nacional de Saúde (CSN, nº 196/96).

### **Desenho experimental**

Trata-se de um estudo de desenho cruzado (*cross-over*), de maneira que as duas equipes consumiram ambos os repositores. Esse desenho impõe nas duas situações de suplementação em um desenho intra-sujeitos, onde os mesmos indivíduos são considerados sujeitos-controle e sujeitos-experimentais.

### **Desenvolvimento do experimento**

A investigação aconteceu nas dependências físicas do Departamento de Educação Física e no Laboratório de Performance Humana na UFV, na cidade de Viçosa, Minas Gerais Brasil. As etapas do experimento foram as seguintes: a) primeira etapa: duas semanas antes do experimento os jogadores foram submetidos à avaliação antropométrica (peso, altura) e da composição corporal (pregas cutâneas), de acordo com o protocolo de Slaughter et al. (1988); b) segunda etapa: foi feita a adaptação dos jogadores ao consumo dos suplementos fontes de carboidratos (os jogadores consumiram bebida e gel de carboidrato durante os treinamentos no período de um mês); e c) terceira etapa: foram realizadas duas partidas de futebol, com duração de noventa minutos cada, divididas em

dois tempos de 45 minutos (T1: primeiro tempo e T2: segundo tempo de jogo), que aconteceram com intervalo de três semanas. No dia do estudo os jogadores chegaram ao Laboratório de Performance Humana (UFV- Viçosa) por volta de 7h00, onde consumiram um café da manhã que de acordo com as recomendações do *Institute of Medicine* (2002), fornecia 15% da Necessidade Estimada de Energia (EER - *Energy Estimate Recommended*) de cada jogador. A distribuição percentual dos macronutrientes desta refeição, em relação ao valor energético total (VET), foi realizada de acordo com a Faixa de Distribuição Aceitável (AMDR - *Acceptable Macronutrient Distribution Range*): 45 a 65% de carboidratos, 20 a 35% de lipídios e 10 a 35 % de proteínas. A dieta foi calculada por meio do *software* Diet Pro versão 4.0 (Viçosa – MG). Os alimentos que compuseram o café da manhã foram: pão de forma tradicional (Pullman), queijo mussarela e suco de laranja natural. Os jogadores participaram da partida vestindo uniformes oficiais, reproduzindo as formalidades de uma competição. As partidas foram realizadas por volta das 11h00 às 13h00 e o campo no qual foram realizadas as partidas era de grama natural, com dimensões consideradas oficiais de 98,60 m de comprimento por 67,60m de largura. O estado do gramado foi preservado tendo em vista que não houve precipitação de chuva nas 48 horas que antecederam os jogos, bem como durante a realização dos mesmos. As condições ambientais (temperatura ambiental e umidade relativa do ar) nos dias dos jogos foram registradas (em intervalos de 15 minutos) pela estação meteorológica TGM-100 da Homis Controle e Instrumentação Ltda.

### **Procedimento antropométrico**

A avaliação antropométrica foi realizada no Laboratório de Performance Humana (LAPEH), localizado nas dependências físicas do Departamento de Educação Física (DES), na Universidade Federal de Viçosa (Viçosa, Minas Gerais - Brasil). O peso

corporal foi aferido utilizando uma balança digital, com acurácia de 100 g (Soehnle, modelo 7820,21, Asimed S.A., Barcelona, Espanha). A estatura foi mensurada utilizando o estadiômetro Standard Sanny (American Medical do Brasil Ltda, São Bernardo do Campo, São Paulo, Brasil), com campo de uso de 0,80 a 2,20 metros. E a aferição das dobras cutâneas (tríceps e subescapular) para avaliação da composição corporal de acordo com Slaughter et al. (1988) foi feita utilizando plicômetro científico da marca Cescorf (Cescorf equipamentos para esporte Ltda, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil).

### **Orientações prévias aos experimentos**

Dois dias antes de cada partida de futebol, os participantes receberam orientações nutricionais e foram instruídos a não praticar atividades físicas nas 24 horas anteriores às partidas, e a realizar jejum de 10 horas. Os jogadores foram previamente treinados a realizar o registro alimentar e no dia anterior ao primeiro experimento eles registraram as refeições e os alimentos consumidos. Para que o consumo calórico e de nutrientes do dia anterior aos dois experimentos fossem semelhantes, no segundo experimento os jogadores foram orientados a consumir as mesmas refeições e a ingerir a mesma quantidade de alimentos registrados no dia anterior ao primeiro experimento. Eles também registraram o consumo alimentar do dia anterior ao segundo experimento para que assim, a quantidade calórica e de nutrientes consumidos no dia anterior aos dois experimentos, fossem comparadas.

### **Protocolo de reposição hídrica e energética**

Para a reposição energética foram selecionados a bebida carboidratada (BC) e o gel de carboidrato (GC) produzidos pela mesma indústria de suplementos esportivos. Tais



repositores apresentavam sabor de laranja. Enquanto o gel de carboidrato continha maltodextrina e a frutose, a bebida carboidratada continha maltodextrina, frutose e glicose. Apenas a bebida carboidratada apresentava sódio na sua composição (8,2 mg de sódio para 50 g do pó para diluir) e tanto o gel e quanto o pó para preparar a bebida não apresentam potássio na sua composição. A RE foi feita oferecendo entre 30 e 60 g de carboidrato por hora de exercício (Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte, 2009; American College of Sport Medicine, 2009), resultando numa oferta de 0,8g de carboidrato/kg de peso corporal por hora de exercício físico realizado. O gel de carboidrato (GC) foi ingerido acompanhado de água para que seu volume fosse equivalente ao apresentado pela bebida carboidratada (BC). A BC foi preparada com concentração de 6% (60 g de carboidratos/1000 ml de água). Dessa forma, a quantidade de líquido oferecido foi referente a 13,33 ml/kg de peso corporal por hora de exercício, sendo que para os noventa minutos de jogo a quantidade foi equivalente a 20 ml/kg de peso corporal. O volume total médio de BC ou de GC + água ( $1205,32 \pm 165,83$  ml) foi dividido igualmente e oferecido em quatro momentos: a) imediatamente antes de iniciar a partida, b) na metade do primeiro tempo de jogo, c) no intervalo entre o primeiro e o segundo tempo de jogo e, d) na metade do segundo tempo de jogo. As porções dos suplementos foram preparadas de forma individual e identificadas com os nomes dos atletas.

### **Balço hídrico e avaliação do estado de hidratação**

Para verificar o estado de hidratação dos jogadores de futebol foram mensurados os seguintes parâmetros antes e após o jogo de futebol: o peso corporal, volume urinário final e a densidade da urina.

O peso corporal foi aferido utilizando uma balança digital com acurácia de 100g (Soehnle, modelo 7820.2 1, Asimed S.A., Barcelona, Espanha). A medida do peso corporal permitiu verificar a perda hídrica do atleta, tanto de forma relativa (Phr), que é obtida pela diferença registrada na balança entre o peso inicial (PCi), obtido antes do jogo, e final (PCf) mensurado imediatamente após o jogo (subtração do peso inicial pelo o peso final), como de forma absoluta (Pha), utilizando a seguinte equação de Horswill (1998):

$$\text{Equação: Pha} = (\text{peso inicial} + \text{volume de líquido ingerido}) - (\text{peso final} + \text{volume urinário})$$

Para o cálculo do percentual de desidratação ocorrida foi considerada a desidratação relativa (Dr) e absoluta (Da), as quais foram determinadas respectivamente pela perda hídrica relativa (Phr) e pela perda hídrica absoluta (Pha), multiplicadas por cem e divididas pelo peso corporal inicial dos jogadores (Burke e Hawley, 1997).

$$\text{Equação: Dr} = \text{Phr} \times 100/\text{PCi}$$

$$\text{Da} = \text{Pha} \times 100/\text{PCi}$$

A taxa de produção de suor foi determinada pela equação proposta por Horswill (1998):

$$\text{Equação: Pha (ml)/ tempo total de atividade física (minutos)} \times 60$$

As urinas pré e pós-jogo foram coletadas em um recipiente adequado para mensurar o volume de urinário (bolsa de plástico) com capacidade máxima de 300 ml. Para a verificação da gravidade específica da urina ou densidade da urina (DU) foi utilizado um refratômetro óptico (LF, Equipamentos, modelo 107/3, São Paulo, Brasil), calibrado com água deionizada a cada dez leituras. O valor de normalidade para a DU foi considerado menor ou igual a 1.020 g.ml<sup>-1</sup> (Instituto Hermes Pardini, 2006/2007).

### **Análises sanguíneas**

As amostras sanguíneas para a determinação da concentração plasmática de sódio e potássio foram coletadas por profissionais capacitados e em dois momentos: 1) após uma hora do consumo do café da manhã e antecedendo a dinâmica física do estudo (em repouso), e 2) imediatamente após o término do jogo. Em cada momento foram coletados quatro mililitros de sangue, utilizados para a análise da concentração plasmática de sódio e potássio, sendo que esta análise foi feita por meio do aparelho AVL 9180 (Roche®), sem diluição do soro plasmático e pelo método eletrodo seletivo para sódio e potássio.

### **Frequência cardíaca**

A frequência cardíaca foi monitorada durante os testes físicos e durante toda a partida utilizando frequencímetros da marca Polar® modelo Team System®, sendo que o gerenciamento dos dados foi feito pelo *software Polar Precision Performance SW 3.0*. Esse modelo de frequencímetro pode monitorar a frequência cardíaca em intervalos de até 5 segundos. Para a análise da frequência cardíaca os dados foram agrupados em intervalos de 15 minutos e utilizou-se o valor médio da frequência cardíaca nesses intervalos.

### **Índice de Percepção do Esforço**

Antes da primeira reposição energética (antes do início do jogo) e do segundo tempo da partida, bem como durante o jogo em intervalos regulares de 15 minutos os jogadores foram abordados por investigadores e foram questionados sobre a percepção do esforço por meio da visualização da escala de Borg (1982) que permite a determinação do índice de percepção de esforço (IPE). Para o tratamento dos dados foram utilizadas as medianas do primeiro e do segundo tempo de jogo.

## **Tratamento estatístico**

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e são apresentados em média e desvio-padrão. Dados que apresentaram distribuição normal foram analisados por testes paramétricos. Comparações com pelo menos um parâmetro sem distribuição normal, bem como parâmetro subjetivo foram avaliados por testes não-paramétricos. Para a análise intra-sujeitos foram feitas análises de variância “one-way” com medidas repetidas (frequência cardíaca). Para identificar diferenças em pontos de específicos de tempo (antes x depois) foi utilizado o teste T pareado (peso corporal, densidade urinária, concentração plasmática de sódio e potássio). Para avaliar diferenças entre os dois tratamentos foi realizado o teste T para amostras independentes (peso corporal, percentual de perda de peso, grau de desidratação, desidratação relativa e absoluta, taxa de sudorese, sudorese total estimada, volume total de urina, densidade urinária, percentual de reposição hídrica, concentração plasmática de sódio e potássio e frequência cardíaca). Para a variável de distribuição livre (IPE) foi realizado o teste de *Mann-Whitney* para análises entre os tratamentos e o teste de *Wilcoxon* para analisar o efeito tempo comparando o primeiro com o segundo tempo de jogo em cada tratamento e entre os tratamentos. Significância estatística foi considerada para  $p < 0,05$ . Foi usado o ajuste Bonferroni para o  $p$  valor quando comparações múltiplas foram realizadas. Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa SPSS (*Statistical Package for the Social Science*) versão 17.0 (SPSS Inc., Chicago, USA).

### 3. RESULTADOS

#### Características dos participantes do estudo

As características dos jogadores que participaram do estudo estão apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1: Características dos jogadores de futebol avaliados no estudo**

| Variáveis                | Média ± DP    | Mediana | Mínimo – Máximo |
|--------------------------|---------------|---------|-----------------|
| Idade (anos)             | 16,17 ± 0,73  | 16,0    | 15 – 17         |
| Peso (kg)                | 60,26 ± 8,29  | 59,45   | 48,2 -76,15     |
| Estatura (cm)            | 174, 5 ± 6,45 | 175,0   | 164,1 – 184,9   |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> ) | 19,7 ± 1,8    | 19,15   | 17,0 – 22,75    |
| % Gordura corporal *     | 14,16 ± 2,71  | 13,35   | 9,8 – 18,83     |

IMC: Índice de Massa Corporal; DP = Desvio padrão

\* Cálculo do percentual de gordura de acordo com o protocolo de Slaughter et al. (1988).

#### Condições ambientais dos jogos de futebol

As condições ambientais dos dois jogos foram semelhantes. No primeiro jogo a temperatura foi de  $19,3 \pm 0,53$  °C e  $87 \pm 1,3$  % de umidade relativa do ar. No segundo jogo a temperatura foi de  $17,4 \pm 0,57$  °C e  $82 \pm 0,76$  % de umidade relativa do ar. De acordo com McArdle et al. (2001) por meio do índice de estresse térmico, essas condições ambientais não representam risco de lesão induzida pelo calor.

#### Balanço hídrico e estado de hidratação

A Tabela 2 apresenta os valores dos parâmetros que permitem avaliar o balanço hídrico e o estado de hidratação dos jogadores de futebol. O tratamento gel e bebida não diferiram estatisticamente ( $p > 0,05$ ) em relação a todos os parâmetros de avaliação do balanço hídrico e do estado de hidratação (Tabela 2).

Em relação aos momentos antes e após o jogo houve uma redução estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) no peso corporal após o jogo tanto no tratamento gel ( $60,37 \pm 7,92$  kg;  $59,49 \pm 7,85$  kg;  $p = 0,00$ ) como no tratamento bebida ( $60,59 \pm 7,99$  kg;  $59,64 \pm 7,89$  kg;  $p = 0,00$ ). Em relação à variável densidade urinária não houve diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre o momento antes e após o jogo de futebol em ambos os tratamentos (gel:  $1017,76 \pm 7,34$ ;  $1018,47 \pm 8,25$ ;  $p = 0,677$  e bebida:  $1017,59 \pm 7,47$ ;  $1018,65 \pm 7,16$ ;  $p = 0,464$ ).

**Tabela 2: Parâmetros para avaliar o balanço hídrico dos jogadores.**

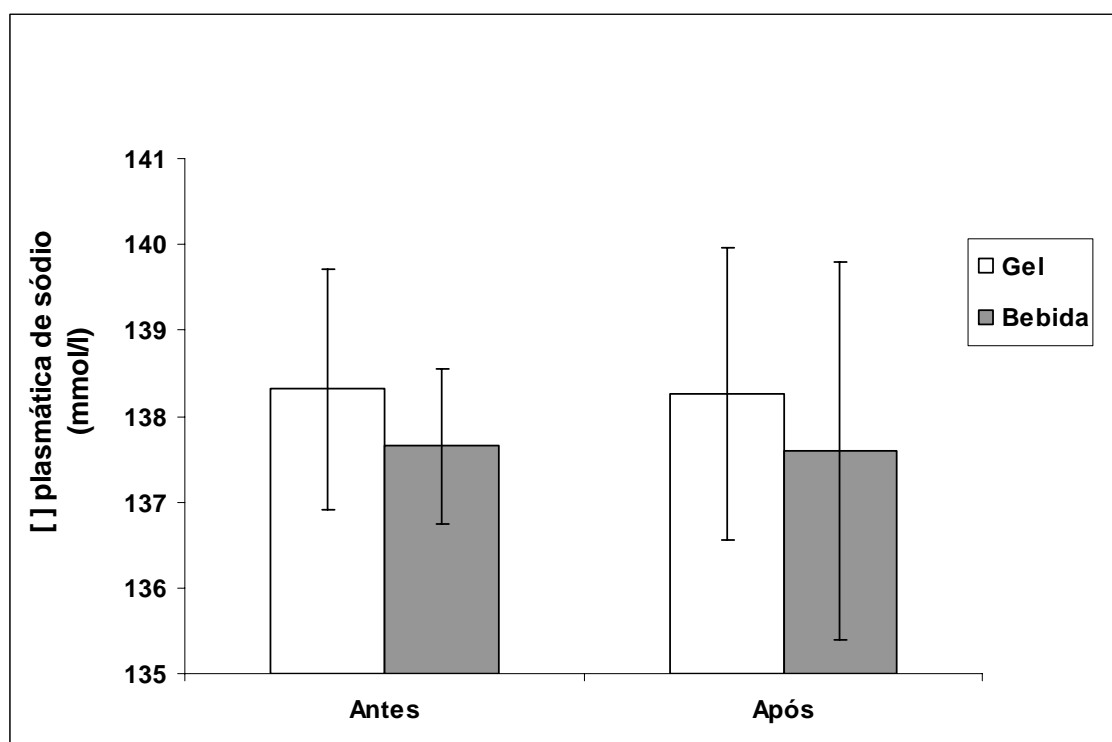
| Parâmetros                                       | Gel                  |               | Bebida               |               |
|--|----------------------|---------------|----------------------|---------------|
|  | Média $\pm$ DP       | Variação      | Média $\pm$ DP       | Variação      |
| Peso antes do jogo (kg)                          | $60,37 \pm 7,92$     | 50,00 – 76,40 | $60,59 \pm 7,99$     | 49,00 – 76,20 |
| Peso após o jogo (kg)                            | $59,49 \pm 7,85^*$   | 48,50 – 75,00 | $59,64 \pm 7,89^*$   | 48 – 75       |
| Percentual de perda de peso (%)                  | $1,48 \pm 0,59$      | 0,63 – 3,00   | $1,59 \pm 0,54$      | 0,64 – 2,54   |
| Grau de desidratação (%)                         | $3,19 \pm 0,67$      | 2,25 – 4,77   | $3,34 \pm 0,50$      | 2,47 – 4,16   |
| Ingestão total de fluidos (ml)                   | $1205,32 \pm 165,83$ | 964 – 1523    | $1205,32 \pm 165,83$ | 964 – 1523    |
| Desidratação relativa (kg)                       | $0,89 \pm 0,34$      | 0,40 – 1,50   | $0,96 \pm 0,34$      | 0,40 – 1,70   |
| Desidratação absoluta (kg)                       | $1,91 \pm 0,39$      | 1,31 – 2,86   | $2,03 \pm 0,43$      | 1,46 – 3,17   |
| Taxa de sudorese ( $l \cdot h^{-1}$ )            | $1,27 \pm 0,26$      | 0,87 – 1,90   | $1,35 \pm 0,28$      | 0,98 – 2,11   |
| Taxa de sudorese ( $ml \cdot min^{-1}$ )         | $21,26 \pm 4,30$     | 14,53 – 31,75 | $22,53 \pm 4,74$     | 16,27 – 35,25 |
| Sudorese total estimada (l)                      | $1,92 \pm 0,39$      | 1,30 – 2,85   | $2,03 \pm 0,42$      | 1,47 – 3,16   |
| Volume total de urina (ml)                       | $120,88 \pm 76,53$   | 10 – 300      | $135,88 \pm 99,94$   | 20 - 400      |
| Densidade urinária inicial ( $g \cdot ml^{-1}$ ) | $1017,76 \pm 7,34$   | 1003 – 1029   | $1017,59 \pm 7,47$   | 1007 – 1028   |
| Densidade urinária final ( $g \cdot ml^{-1}$ )   | $1018,47 \pm 8,25$   | 1008 – 1033   | $1018,65 \pm 7,16$   | 1009 – 1028   |
| Percentual de reposição (%)                      | $64,96 \pm 13,58$    | 40,44 – 88,39 | $60,78 \pm 9,75$     | 47,99 – 80,38 |

\* Diferença estatística entre o momento antes e após o jogo ( $p < 0,05$ ).

Variação = valor mínimo – valor máximo

## Análises sanguíneas

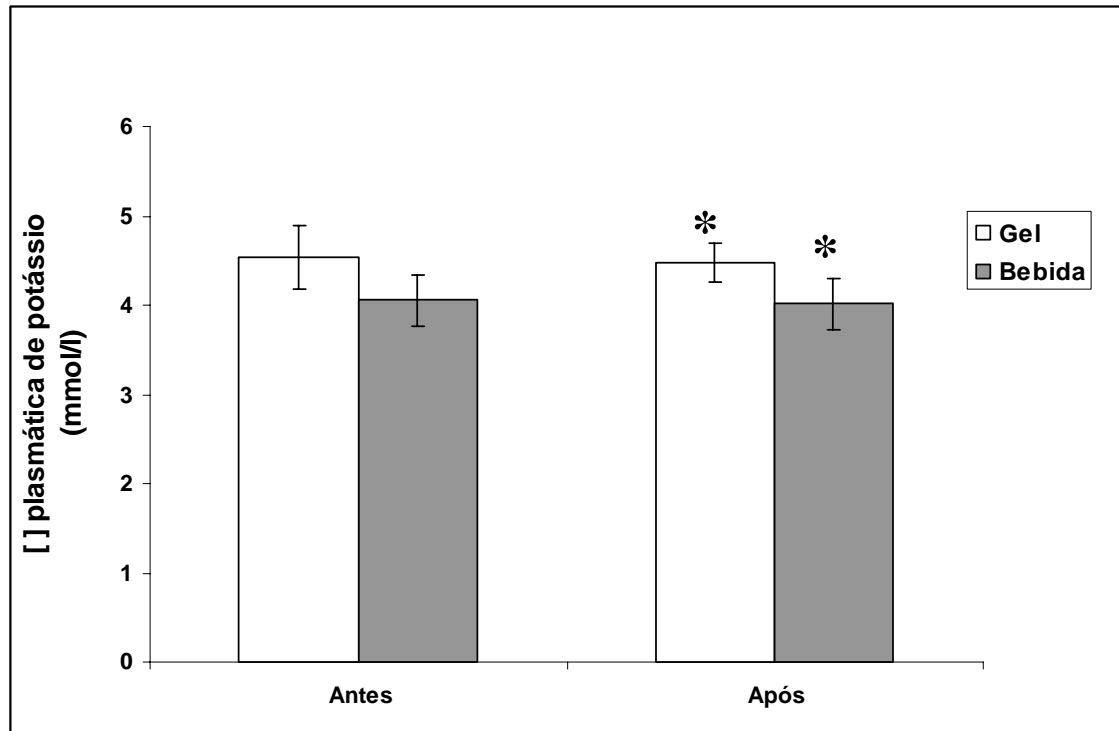
A Figura 1 apresenta a concentração plasmática de sódio antes e após o jogo de futebol. A concentração plasmática de sódio não diferiu estatisticamente entre os tratamentos gel e bebida tanto no momento antes ( $138,32 \pm 1,4$  e  $138,26 \pm 0,95$  mmol/l;  $p=0,887$ ) quanto no momento após o jogo ( $137,65 \pm 1,75$  e  $137,59 \pm 2,26$  mmol/l;  $p=0,933$ ). Em relação aos momentos antes e após, também não houve diferença estatística ( $p<0,05$ ) no tratamento gel ( $138,32 \pm 1,4$  e  $137,65 \pm 1,75$  mmol/l;  $p=0,102$ ) e no tratamento com a bebida ( $138,26 \pm 0,95$  e  $137,59 \pm 2,26$  mmol/l;  $p=0,132$ ).



**Figura 1: Concentração plasmática de sódio (mmol/l) antes e após o jogo de futebol.**

A concentração plasmática de potássio antes e após o jogo de futebol está apresentada na Figura 2. Entre os tratamentos gel e bebida, não houve diferença estatística na concentração plasmática de potássio tanto no momento antes ( $4,53 \pm 0,36$  e  $4,48 \pm 0,28$  mmol/l;  $p=0,676$ ) quanto no momento após ( $4,05 \pm 0,22$  e  $4,01 \pm 0,29$  mmol/l;  $p=0,688$ ) o jogo de futebol. A concentração plasmática de potássio reduziu

significativamente ( $p < 0,05$ ) após o jogo em ambos os tratamentos (gel:  $4,53 \pm 0,36$  versus  $4,05 \pm 0,22$  mmol/l;  $p = 0,000$  e bebida:  $4,48 \pm 0,28$  versus  $4,01 \pm 0,29$  mmol/l;  $p = 0,000$ ).



\* Difere estatisticamente em relação ao momento antes;  $p < 0,05$ .

**Figura 2: Concentração plasmática de potássio (mmol/l) antes e após o jogo de futebol.**

### Respostas fisiológicas durante os jogos de futebol

As Tabelas 3 e 4 apresentam as variáveis fisiológicas mensuradas durante os jogos de futebol. O comportamento da frequência cardíaca (FC) durante os jogos de futebol não diferiu estatisticamente ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos. Em relação ao efeito tempo, tanto no tratamento com o gel quanto no tratamento com a bebida a média da frequência cardíaca referente aos últimos 15 minutos do primeiro tempo (momento “45 minutos”) foi estatisticamente maior ( $p < 0,05$ ) que a média dos últimos 15 minutos do segundo tempo de jogo (momento “45 minutos”), sendo que no tratamento com a bebida também houve uma redução estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) na média da frequência



cardíaca do momento “45 minutos” do primeiro tempo de jogo em relação à média da frequência cardíaca dos primeiros 15 minutos (momento “15 minutos”) e do momento “30 minutos” do segundo tempo de jogo.

Em relação à sensação do esforço, de acordo com o índice de percepção do esforço (IPE) não houve diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos durante todos os dois jogos. Quanto ao primeiro e segundo tempo de jogo houve um aumento estatisticamente significativo ( $p < 0,05$ ) no IPE do primeiro para o segundo tempo de jogo em ambos os tratamentos.

**Tabela 3: Frequência cardíaca durante o jogo de futebol em ambos os tratamentos.**

| Variável            | Gel (M ± DP)              | Bebida (M ± DP)                 |
|---------------------|---------------------------|---------------------------------|
| FC (batimentos/min) |                           |                                 |
| T1                  |                           |                                 |
| 15 minutos          | 160,4 ± 14,0              | 160,2 ± 12,5                    |
| 30 minutos          | 157,4 ± 13,7              | 156,1 – 14,1 c                  |
| 45 minutos          | 160,0 ± 10,6 <sup>f</sup> | 164,5 – 14,3 <sup>b,d,e,f</sup> |
| T2                  |                           |                                 |
| 15 minutos          | 154,6 ± 9,7               | 156,60 ± 12,1 <sup>c,e</sup>    |
| 30 minutos          | 151,7 ± 9,9               | 153,02 ± 12,0 <sup>c,d</sup>    |
| 45 minutos          | 154,5 ± 9,9 <sup>c</sup>  | 155,99 ± 13,2 <sup>c</sup>      |

FC: Frequência Cardíaca; T1: primeiro tempo de jogo; T2: segundo tempo de jogo.

<sup>b</sup>: diferente do momento “30 minutos” do primeiro tempo; <sup>c</sup>: diferente do momento “45 minutos” do primeiro tempo; <sup>d</sup>: diferente do momento “15 minutos” do segundo tempo; <sup>e</sup>: diferente do momento “30 minutos” do segundo tempo; <sup>f</sup>: diferente do momento “45 minutos” do segundo tempo;  $p < 0,05$ .

**Tabela 4: Índice de Percepção do Esforço durante o jogo de futebol em ambos os tratamentos.**

| Sintomas | T  | Jogo           |        |        |                          |               |        |        |                           |
|----------|----|----------------|--------|--------|--------------------------|---------------|--------|--------|---------------------------|
|          |    | Primeiro tempo |        |        |                          | Segundo tempo |        |        |                           |
|          |    | Mediana        | Mínimo | Máximo | M ± DP                   | Mediana       | Mínimo | Máximo | M ± DP                    |
| IPE      | GC | 9,0            | 6,0    | 15,0   | 9,65 ± 2,45 <sup>a</sup> | 11,0          | 6,0    | 17,0   | 11,38 ± 3,29 <sup>b</sup> |
|          | BC | 9,0            | 6,0    | 15,0   | 9,76 ± 2,82 <sup>a</sup> | 11,0          | 6,0    | 17,0   | 11,25 ± 3,07 <sup>b</sup> |

IPE: Índice de Percepção do Esforço

T: Tratamento; GC: Gel de Carboidrato; BC: Bebida Carboidratada

<sup>a,b</sup> Parâmetros seguidos por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente; p<0,05

#### 4. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

No presente estudo, houve similaridade entre os tratamentos (gel *versus* bebida) no balanço hídrico e no estado de hidratação. Isso sugere que, desde que a ingestão de líquidos durante o exercício físico seja igual, a forma física apresentada pelo suplemento carboidratado não interfere no balanço hídrico e no estado de hidratação.

De acordo com Baker et al. (2009), a mudança na massa corporal imediatamente após a prática do exercício físico reflete, de forma precisa e confiável, a mudança no conteúdo da água corporal total e dessa forma a variação no peso corporal representa um parâmetro de avaliação do estado de hidratação. Em relação ao peso corporal, tanto no tratamento com o gel, quanto no tratamento com a bebida houve redução estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) no peso corporal dos jogadores após o jogo, embora tenha sido feita a reposição hídrica durante o jogo de futebol. Porém, não houve diferença estatisticamente significativa ( $P > 0,05$ ) nessa redução do peso corporal entre o tratamento com o gel e com a bebida carboidratada.

O estudo de Campbell et al. (2008), confirma os achados do presente estudo. Nesse estudo foram comparadas três formas físicas dos suplementos fontes de carboidratos (bebida esportiva, gel de carboidrato e goma energética) durante exercício em cicloergômetro. Também não foi detectada diferença entre os tratamentos na mudança do peso corporal, sendo que nesse estudo não houve diferença no peso corporal pré e pós-exercício em todos os tratamentos, indicando que o estado inicial de hidratação foi mantido após o exercício. A quantidade de líquidos ingeridos durante o exercício também foi igual em todos os tratamentos o que pode explicar a similaridade na variação do peso corporal entre os tratamentos.

O nível de desidratação (Tabela 2) referente à perda de peso comparada ao peso corporal pré-jogo (gel:  $1,48 \pm 0,59\%$  e bebida:  $1,59 \pm 0,54\%$ ) deste estudo foi semelhante ao nível de desidratação ( $1,59 \pm 0,61\%$  do peso corporal pré-treino) do

estudo de Shirreffs et al. (2005), que avaliou a sudorese de jogadores americanos de futebol da categoria “profissional” durante um treinamento no calor ( $32 \pm 3^{\circ}\text{C}$  e  $20 \pm 5\%$  de umidade relativa do ar) com o consumo *ad libitum* de bebida carboidratada e/ou água. Destaca-se que no presente estudo não houve diferença no nível de desidratação (percentual da de peso corporal) entre os tratamentos.

Nível de desidratação semelhante ( $1,37 \pm 0,54\%$ ) também foi observado em outro estudo que avaliou a ingestão e perda de líquidos em jogadores de futebol da categoria “elite” durante o treinamento de aproximadamente 90 minutos (Maughan et al., 2004). Nesse estudo, a temperatura ambiental variou de 24 a 29 °C, a umidade relativa do ar oscilou de 46 a 64% e os jogadores também consumiam de forma voluntária a bebida carboidratada.

Considerando que, em exercícios aeróbicos, um déficit de 1 % do conteúdo de água no corpo, ou seja, da massa corporal já promove redução na capacidade de realizar trabalho físico (Sawka, 1992; Sawka e Mountain, 2000), os níveis de desidratação encontrados nos estudos citados anteriormente e no presente estudo podem levar ao prejuízo no desempenho físico dos jogadores de futebol. Como a perda hídrica varia muito entre os indivíduos submetidos às mesmas condições de exercício e às mesmas condições ambientais, a reposição hídrica deve ser planejada de acordo com as perdas individuais (estimadas previamente) visando repor totalmente os fluidos corporais.

A recomendação mais atual do *American College of Sports Medicine* (2007) sobre exercício e reposição hídrica e as diretrizes sobre reposição hídrica da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte (2009) indicam que o volume a ser ingerido durante a atividade física deve variar conforme as taxas de sudorese, ou seja, deve ser individual. Essas instituições afirmam que os indivíduos devem monitorar as mudanças no peso corporal durante as sessões de treinamento e competição nas respectivas condições climáticas do local no qual realizam essas sessões, para assim, estimarem devidamente as

suas perdas hídricas. Desta forma, em uma condição real de jogo, a quantidade de líquido proposta no presente estudo não foi suficiente para manter o equilíbrio hídrico corporal, devendo assim ser aumentado o volume total de líquidos oferecidos antes e durante o jogo. Em casos especiais como o de calor extremo ou de jogo com duração de 120 minutos (prorrogação), outros recursos ergogênicos visando aumentar as reservas hídricas corporais, como o glicerol ou a creatina, podem ser uma alternativa.

Os estudos de Shirreffs et al. (2005) e de Maughan et al. (2004) constatam que os jogadores de futebol avaliados não consomem líquidos em quantidades suficientes para repor a perda hídrica que ocorre para regular a temperatura corporal (sudorese), durante o treinamento e/ou o jogo de futebol (90 minutos). A taxa de sudorese estimada nesses dois estudos (estudo de Shirreffs et al.:  $2193 \pm 365$  ml e estudo de Maughan et al.:  $2033 \pm 413$  ml) foi similar, porém maior no estudo de Shirreffs et al. (2005). No presente estudo, verifica-se, na Tabela 2, que a taxa de sudorese estimada para os noventa minutos de jogo nos dois tratamentos (gel:  $1920 \pm 390$  ml e bebida:  $2030 \pm 420$  ml) apresentou valor menor do que os valores dos outros dois estudos feitos com o futebol (Shirreffs et al., 2005 e Maughan et al, 2004), porém sem diferenças entre os tratamentos (gel e bebida)

Entre os eletrólitos eliminados no suor, o sódio, na forma de cloreto de sódio, é o que apresenta maior concentração de 20 a 80 mmol/l, sendo a sua concentração normal no plasma de 130 a 155 mmol/l. Já o potássio é um cátion encontrado em grandes quantidades nos líquidos intracelulares (150 mmol/l), sendo que a sua concentração normal no suor e no sangue é de 4 a 8 mmol/l e de 3,2 a 5,5 mmol/l, respectivamente (Maughan et al., 2003). Assim, o conteúdo do potássio do suor tende a ser pouco afetado pela taxa de sudorese, sendo o sódio o principal eletrólito eliminado no suor.

No estudo de Shirreffs et al. (2005), a concentração e a estimativa da perda total de sódio e potássio no suor durante noventa minutos de treinamento foi de, respectivamente,  $30,2 \pm 18,2$  mmol/l e  $3,58 \pm 0,56$  mmol/l, e de  $67 \pm 37$  mmol e  $8 \pm 2$

mmol. Já no estudo de Maughan et al. (2004), a concentração de sódio e potássio no suor durante noventa minutos de exercício foi de  $49 \pm 12$  mmol/l e  $6 \pm 1,3$  mmo/l, respectivamente.

Assim como no presente estudo, na investigação de Campbell et al. (2008), que comparou três formas físicas dos suplementos fontes de carboidratos, os níveis plasmáticos de sódio e potássio também permaneceram dentro dos valores de normalidade ao longo do exercício e sem diferenças significantes entre os tratamentos.

Na presente pesquisa, em ambos os tratamentos houve redução, porém não significativa ( $p > 0,05$ ) na concentração plasmática de sódio após o jogo de futebol (Figura 1). Vale ressaltar que apenas a bebida carboidratada apresentava sódio na sua composição (8,2 mg de sódio para 50 g do pó para diluir), assim os jogadores ingeriram uma pequena quantidade de sódio ( $13,55 \pm 1,82$  mg de sódio) durante os jogos avaliados. Esse fato demonstra que o conteúdo de sódio presente na bebida não foi suficiente para alterar a concentração plasmática. Além de repor as perdas de sódio no suor, a presença de sódio nas bebidas pode ainda estar justificada pela questão da palatabilidade e o mecanismo de absorção de glicose a nível intestinal (Horswill, 1998; Shi e Gisolfi, 1998)

O comportamento dos níveis sanguíneos de sódio em relação à prática de exercícios físicos é muito variável, existindo respostas antagônicas podendo ser encontrado na literatura relatos de hipernatremia ou hiponatremia, sendo possível também ser encontrado estado de eunatremia (Marins et al., 2000). Casos de hiponatremia são mais frequentes em exercícios prolongados, com mais de quatro horas de duração, realização de exercício em ambiente de temperatura elevada, em indivíduos que produzem grande quantidade de suor (mais de 2 litros de suor por hora) e/ou apresentam grande concentração de sódio no suor e em situações de exercício com consumo de sódio baixo ou inexistente. Considerando que estes fatores apresentados facilitam o aparecimento de um estado de hiponatremia, é possível considerar que isto

difficilmente irá ocorrer no futebol, pois a duração do jogo não é um tempo suficiente para gerar perda hídrica acentuada ao ponto de reduzir as reservas corporais de sódio.

Em relação ao potássio, não houve diferença estatística ( $p > 0,05$ ) entre o gel e a bebida para a concentração de potássio no sangue, porém houve diminuição estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) na concentração sanguínea de potássio após o jogo em ambos os tratamentos (Figura 2). Vale ressaltar que tanto o gel e quanto o pó para preparar a bebida não apresentam potássio na sua composição. De acordo com as condições ambientais do estudo, ao longo de um jogo de futebol, é possível estimar que a perda de potássio no suor seja mínima, não representando risco de ocorrer um estado de hiponatremia.

De acordo com Ferreira (2007), o potássio apresenta a tendência a diluir-se no suor no decorrer do exercício, sendo que esse comportamento da concentração de potássio no suor também foi observado por Marins (2000). Diante desses achados, pode-se supor que, ao longo do exercício, o organismo tende a poupar este mineral, com redução das perdas desse eletrólito no suor, levando a crer que a concentração de potássio no sangue (calemia ou potassemia) é mantida em concentrações de normalidade no decorrer do exercício.

Ressalta-se, contudo, que a diminuição significativa na concentração plasmática do potássio também foi detectada no estudo de Carvalho et al., (2007) que avaliou a influência da hidratação com água *versus* bebida contendo carboidratos e eletrólitos durante uma marcha de 16km. Os autores indicam que a hipótese mais provável para esses resultados é que tenha ocorrido diluição do sangue devido à ingestão excessiva de líquidos.

De acordo com Marins et al. (2003), o comportamento da concentração plasmática de sódio e potássio no presente estudo pode ser devido aos seguintes fatores e/ou a combinação deles: a) o grau de perda hídrica não ter sido suficiente para provocar

desequilíbrio no volume plasmático durante o exercício, e assim não aumentou a osmolaridade do sangue; b) a pequena quantidade de sódio presente na bebida carboidratada, sendo insuficiente para alterar a resposta da concentração sanguínea do sódio; e c) o tempo de atividade física, insuficiente para produzir alterações nas concentrações plasmáticas dos eletrólitos sódio e potássio.

Cabe destacar que durante os dois jogos o comportamento das variáveis fisiológicas, como a frequência cardíaca (Tabela 3) e o índice de percepção do esforço (Tabela 4) foi semelhante o que demonstra similaridade na intensidade do trabalho físico realizado em ambos os tratamentos (gel *versus* bebida). Observa-se também, por meio do comportamento da frequência cardíaca a diminuição na intensidade do jogo no segundo tempo dos dois jogos, o que é um fato habitual durante partidas de futebol (Mohr et al., 2003; Barros et al., 2007; Bradley et al., 2009; Rampini et al., 2009). A similaridade no aumento da sensação de esforço no final do segundo tempo após os dois jogos também mostra que o desgaste físico e o estresse do exercício foram semelhantes nos dois tratamentos, havendo efeito acumulativo ao longo do jogo.

Em conclusão, quando volumes iguais de líquidos são oferecidos, a reposição energética com suplementos fontes de carboidrato na forma líquida e em gel não modifica o balanço hídrico-mineral de adolescentes jogadores de futebol, em uma situação real de uma partida de futebol. Para manter a homeostase hídrica ideal durante um jogo de futebol, é necessário aumentar o volume de líquidos ingeridos, sendo que a estratégia de hidratação e de reposição de eletrólitos deve ser programada de forma individual.



## **Agradecimento**

Ao Laboratório de Performance Humana e CAPES. A associação “Viçosa Esporte e Lazer” (VEL) e aos jogadores voluntários. À Nádia Ottoline e membros do grupo de pesquisa que auxiliaram na coleta de dados.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American College of Sports Medicine (2007). Position stand: exercise and fluid replacement. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(2), 377-390.
2. American College of Sports Medicine, American Dietetic Association and Dietitians of Canada. (2009). Joint Position Statement: Nutrition and Athletic Performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(3), 709-731.
3. Anastasiou, C.A., Kavouras, S.A., Arnaoutis, G., Gioxari, A., Kollia, M., Botoula, F., Sidossis, L.F. (2009). Sodium replacement and plasma sodium drop during exercise in the heat when fluid intake matches fluid loss. *Journal of Athletic Training*, 44(2), 117-123.
4. Baker, L.B., Dougherty, K.A, Chow, M., & Kenney, W.L. (2007). Progressive dehydration causes a progressive decline in basketball skill performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(7), 1114-1123.
5. Baker, L.B., Lang, J.A., & Kenney, W.L. (2009). Change in body mass accurately and reliably predicts change in body water after endurance exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 105, 959-967.
6. Barros, R.M.L., Misuta, M.S., Menezes, R.P., Figueroa, P.J., Moura, F.A., Cunha, S.A., et al. (2007). Analysis of the distances covered by first division brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. *Journal of Sports Science and Medicine*; 6(2), 233-242.
7. Borg, G. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(5), 377-387.
8. Bradley, P.S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., & Krstrup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Science*; 27(2), 159-168.

9. Braz, T.V. (2009). Modelos competitivos da distância percorrida por futebolistas profissionais: uma breve revisão. *Revista Brasileira de Futebol*, 3(1).
10. Burke, L.M., & Hawley, J.A. (1997). Fluid balance in team sports: guidelines for optimal practices. *Sports Medicine*, 4, 38-54.
11. Campbell, C., Prince, D., Braun, M., Applegate, E., & Casazza, G.A. (2008). Carbohydrate-supplement form and exercise performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 18, 179-190.
12. Carvalho, M.V, Marins, J.C.B., & Silami-Garcia, E. (2007). The influence of water versus carbohydrate-electrolyte hydration on blood components during a 16 – km military march. *Military Medicine*, 172(1), 79-82.
13. Ferreira, F.G. (2007). Hidratação e perda hidromineral em corredores e indivíduos ativos. *Dissertação* (Mestrado): Departamento de Nutrição e Saúde, Universidade Federal de Viçosa.
14. Guerra, I., Chaves, R., Barros, T.L., & Tirapegui, J. (2004). The influence of fluid ingestion on performance of soccer players during a match. *Journal of Sports Science and Medicine*, 3, 198-202.
15. Hayes, L.D, & Morse, C.I. (2009). The effects of progressive dehydration on strength and power: is there a dose response? *European Journal of Applied Physiology*, 114 (online first).
16. Horswill, C.A. (1998). Effective Fluid Replacement. *International Journal of Sport Nutrition*, 8, 175-195.
17. Institute of Medicine. Energy. In: Dietary Reference Intakes – Energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids. (2002). *The National Academy Press* (p.5.1-5.114). Washington, D.C.
18. Instituto Hermes Pardini (2007). Manual de exames e serviços. Lastro editora.

19. Judelson, D.A, Maresh, C.A., Anderson, J.M., Armstrong, L.E., Casa, D.J., Kraemer, W.J., & Volek, J.S. (2007). Hydration and muscular performance: does fluid balance affect strength, power and high-intensity endurance? *Sports Medicine*, 37(10), 907-921.
20. Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2001). Physiological demands of top-class soccer refereeing in relation to physical capacity: effect of intense intermittent exercise training. *Journal of Sport Science*, 19, 881-891.
21. Larosa, G. (2005). Carbo gel: como, quando e por que consumir? *Fitness & Performance Journal*, 4(6), 318S.
22. Leiper, J.B, Broad, N.P, & Maughan, R.J. (2001). Effect of intermittent high-intensity exercise on gastric emptying in man. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(8), 270-278.
23. Marins, J.C.B, Dantas, E.H.M., & Navarro, S.Z. (2003). Diferentes tipos de hidratação durante o exercício prolongado e sua influência sobre o sódio plasmático. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 11(1), 13-22.
24. Marins, J.C.B. (2000). Estudio comparativo de diferentes procedimientos de hidratación durante um ejercicio de larga duración. *Tesis Doctoral*: Departamento de Fisiología y Farmacología. Universidad de Murcia, Espanha.
25. Marins, J.C.B., Dantas, E.H.M., & Zamora, S. (2000). Variaciones del sódio y potasio plasmáticos durante el ejercicio físico: factores asociados. *Apunt's Educación Física y Deportes*, 62, 48-55.
26. Maughan, R.J., Merson, S.J., Broad, N.P., & Shirreffs, S.M. (2004). Fluid and electrolyte intake and loss in elite soccer players during training. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 14, 333-346.

27. Maughan, R.J., Shirreffs, S.M., & Leiper, J.B. (2003). Líquidos e eletrólitos durante o exercício. In: Garrett-Jr, W.E, & Kirkendall, D.T. *A ciência do exercício e dos esportes*. Porto Alegre: Artmed, cap.28, p.442-453.
28. McArdle, W.D, Katch, F.L, & Katch, V.L (2001). *Nutrição para o desporto e o exercício*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
29. Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Science*, 21(7), 519-528.
30. Rampinini, E., Impellizzeri, F.M., Castagna, C., Coutts, A.J., & Wisløff, U. (2009). Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: Effect of fatigue and competitive level. *Journal of Sciences and Medicine in Sport*; 12(1), 227-33.
31. Sawka, M.N, & Montain, S.J. (2000). Fluid and electrolyte supplementation for exercise heat stress. *American Journal of Clinical Nutrition*, 72, 564-572S.
32. Sawka, M.N. (1992). Physiological consequences of hypohydration: exercise performance and thermoregulation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24, 657-670.
33. Shepard, R.J. (1999). Biology and Medicine of soccer: an update. *Journal of Sports Sciences*, 17, 757-786.
34. Shi, X., & Gisolfi, C.V. (1998). Fluid and carbohydrate replacement during intermittent exercise. *Sports Medicine*, 25(3), 157-172.
35. 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 of Sports Medicine*, 26, 90-95.

36. Slaughter, M.H., Lohman, T.G., & Boileau, R.A., et al. (1988). Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biology*, 60(5), 709-723.
37. Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte. (2009). Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 15(supl. 3), 1-13S

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As evidências indicam não haver diferença no desempenho físico em função da forma física apresentada pelos repositores energéticos disponíveis no comércio.

Em uma situação real de uma partida de futebol entre jogadores adolescentes a ingestão, em dosagem moderada, dos suplementos fontes de carboidratos na forma líquida e em gel durante o jogo promoveu efeitos similares no metabolismo, nos sintomas gástricos e na *performance*. Porém, observou-se um aumento no “score” no segundo tempo de jogo para os sintomas gastrointestinais “dor abdominal no lado direito”, “sensação de inchaço abdominal” e “queimação no estômago” apenas no tratamento com o gel.

Quando volumes iguais de líquidos são oferecidos a reposição energética com suplementos fontes de carboidrato na forma líquida e em gel não modifica o balanço hídrico-mineral de adolescentes jogadores de futebol, em uma situação real de uma partida de futebol. Para manter uma homeostase hídrica ideal durante um jogo de futebol é necessário ampliar o volume de líquidos, sendo que a estratégia de hidratação e de reposição de eletrólitos deve ser programada de forma individual.

A escolha mais adequada dos repositores energéticos para o consumo durante o treinamento e/ou competição pode ser variável, visto que não existe a melhor opção de reposição energética, mas sim uma opção mais apropriada de acordo com a situação. Deve ser analisado um conjunto de fatores como a intensidade e a duração do exercício físico, a disponibilidade e praticidade para transportar e consumir o suplemento, o ambiente (temperatura), bem como a preferência e tolerância gastrointestinal do indivíduo, para planejar a melhor forma de reposição energética.

Para pesquisas futuras sobre o assunto, sugere-se a condução de estudo para comparar os efeitos resultantes do consumo de todas as formas físicas dos repositores energéticos (líquida, em gel e sólida). Tal estudo deve reproduzir as condições reais da modalidade esportiva, padronizando a intensidade do esforço físico, a quantidade de carboidratos e líquidos ofertados e as condições ambientais, para se evitar que diferenças nesses parâmetros nos resultados obtidos. Além disso, se faz importante a investigação da ocorrência de sintomas gastrointestinais em resposta às diferentes formas físicas dos repositores energéticos.