

# INFLUÊNCIA DA INGESTÃO DE BEBIDAS CONTENDO CARBOIDRATO E PROTEÍNA SOBRE A PERFORMANCE E A RECUPERAÇÃO MUSCULAR PÓS-EXERCÍCIO DE ENDURANCE

Influence of the ingestion of beverages containing carbohydrates and protein on performance and muscular recuperation post endurance exercises

Letícia Azen Alves<sup>1,2</sup>, Anna Paola Pierucci<sup>3</sup>

## Resumo

Atualmente, ainda é muito pouco presente a preocupação com a ingestão de bebidas que contenham carboidratos associados à proteína, especialmente durante o exercício, apesar de muitos estudos já terem demonstrado a importância desta reposição para o retardo da desidratação, para a manutenção dos níveis sanguíneos de glicose, para minimizar a depleção de glicogênio e para atenuar a fadiga central. Desta forma, os benefícios das bebidas que contêm carboidrato e proteína, sobre a *performance*, têm se mostrado superiores aos benefícios proporcionados pelas bebidas que contêm somente carboidrato. Além disso, a ingestão de carboidrato e proteína tem sido associada com a redução de marcadores de danos musculares e com a melhora da recuperação muscular pós-exercício. Entretanto, algumas poucas pesquisas não foram capazes de comprovar a superioridade das bebidas contendo carboidratos e proteínas, em relação às bebidas que contêm apenas carboidratos. As discrepâncias nos resultados encontrados podem estar relacionadas às diferenças metodológicas achadas, incluindo as dosagens de carboidrato ou proteína contidas nas bebidas testadas, o protocolo de exercício, as características da amostra, a estatística aplicada, etc. Sendo assim, a presente revisão bibliográfica visa realizar uma análise crítica de estudos que testaram os efeitos da suplementação de carboidrato associada à proteína, durante e após atividades de *endurance*.

**Palavras-chave:** Bebidas contendo Carboidratos e Proteínas, *Performance*, Recuperação Muscular, Atividades de *Endurance*.

## Abstract

At the present time, there is still little concern regarding the ingestion of beverages containing carbohydrates associated with protein, especially during exercise, despite many studies that have shown the importance of this reposition to retard dehydration, to maintain levels of blood glucose, to minimize the depletion of glycogen and to alleviate central fatigue. It has been shown that the benefits of beverages containing carbohydrates and protein, on performance, are superior to the benefits of beverages that contain only carbohydrates. In addition to this, the ingestion of carbohydrates and protein has been associated with the reduction of muscular damage markers and with better post exercise recuperation. However, the few studies realized were not sufficient to prove the superiority of beverages containing carbohydrates and proteins when compared with beverages containing only carbohydrates. The discrepancies found in the results could be related to differences found in methodology, including the dosage of carbohydrates or protein contained in the beverages tested, the protocol of exercise, the characteristics of the sample, the statistics applied, etc. In view of this, this revision of the bibliography aims to realize a critical analysis of studies that tested the effects of the supplement of carbohydrates associated with proteins during and after endurance activities.

**Key words:** Beverages containing Carbohydrates and Proteins, Performance, Muscular Recuperation, Endurance Activities.

1. Universidade Estácio de Sá - Rio de Janeiro - RJ - Brasil.

2. Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército (IPCFEx) - Rio de Janeiro - RJ - Brasil.

3. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) - Rio de Janeiro - RJ - Brasil.

Recebido em 10.03.2008. Aceito em 15.04.2008.

Revista de Educação Física 2008;141:34-43

## INTRODUÇÃO

A Nutrição Esportiva é muito complexa, pois as recomendações dependem do tipo de atividade física realizada e das particularidades de cada atleta, entre outros aspectos. Sendo assim, apesar da maioria dos atletas satisfazerem os seus requerimentos nutricionais, antes e após o exercício, as atividades de longa duração exigem que os seus praticantes também supram suas necessidades nutricionais durante o exercício.

As atividades de *endurance* geram uma elevação do gasto energético, com significativo aumento das taxas de oxidação de carboidrato e lipídios. Além disso, induzem a perdas significativas de líquidos e eletrólitos, através do suor, principalmente quando a atividade é de longa duração e realizada no calor. Como resultado, a ingestão inadequada de líquidos e de nutrientes, durante o exercício de *endurance*, pode levar à desidratação, à hiponatremia, à depleção de glicogênio, à hipoglicemia e à queda no desempenho físico (Saunders, 2007).

Muitos estudos objetivaram a investigação de estratégias nutricionais para minimizar estas ocorrências, resultando em várias recomendações benéficas aos atletas de *endurance*. Uma das estratégias mais comuns talvez seja o consumo de bebidas esportivas contendo carboidrato e eletrólitos. A associação de carboidrato com eletrólitos poderia promover o balanço hídrico, a euglicemia e a melhora da *performance* durante atividades de *endurance* de longa duração.

Recentemente, passou-se a especular sobre um possível papel benéfico da proteína adicionada às bebidas esportivas, tendo em vista a existência de evidências apontando para o fato da adição de proteína melhorar a *performance* de atletas de *endurance* (Ivy et al., 2003; Saunders et al., 2004; Williams et al., 2003; Zawadski et al., 1992). Entretanto, a sua popularidade entre atletas brasileiros ainda é muito limitada. Acredita-se que a baixa ingestão de produtos com esta característica, até o presente momento, deva-se ao fato de muitos atletas não estarem cientes da importância e, também, pela maioria das opções de mercado ser representada por produtos importados ou de elevado custo. Muitos destes produtos são desenvolvidos para serem utilizados como combustível durante o exercício. Outros, mais concentrados em nutrientes, deveriam ser ingeridos, mais especificamente, imediatamente após o exercício para facilitar a recuperação.

Segundo Saunders (2007), já foram publicados muitos estudos com o objetivo de investigar se a adição de proteína, em bebidas esportivas, traria benefícios superiores às bebidas que contém apenas carboidrato em sua composição. Um exemplo, foi a pesquisa desenvolvida por Williams et al. (2003) que verificaram um aumento dos níveis de glicose sanguínea, resposta insulínica e reabastecimento dos estoques de glicogênio, com a suplementação de carboidrato associado à proteína, indicando uma significativa melhora da *performance* e da recuperação. Entretanto, vale ressaltar que, na maioria das pesquisas, as bebidas são diluídas de acordo com as recomendações do fabricante, de modo que a bebida contendo carboidrato com proteína, freqüentemente, fornece mais carboidrato e calorias do que a bebida contendo apenas carboidrato em composição. Este fato sugere que os benefícios poderiam ser independentes da adição de proteína.

Ivy et al. (2003) e Saunders et al. (2004) compararam bebidas contendo carboidrato e bebidas contendo carboidrato mais proteína, cujas concentrações de carboidrato eram iguais. Apesar disto, a proteína adicional proporcionou a ingestão calórica 25% superior, durante o exercício e no período de recuperação, no grupo que ingeriu a bebida contendo carboidrato mais proteína. Segundo Romano-Ely et al. (2006), esta maior ingestão calórica pode explicar, pelo menos em parte, a melhora no desempenho. Desta forma, para compreender melhor como a adição de proteína afeta a *performance*, a quantidade de carboidrato e as calorias totais das bebidas devem ser padronizadas.

O objetivo desta revisão bibliográfica é realizar uma análise crítica de estudos que testaram os efeitos da suplementação de carboidrato associada à proteína, durante e após atividades de *endurance*.

## REVISÃO DA LITERATURA

### Recomendações de carboidrato para atletas de *endurance*

Para manter ou aumentar os estoques de glicogênio muscular, durante períodos de treinamento, é necessário uma dieta com elevada quantidade de carboidrato.

Há muitos anos, a importância dos carboidratos como substrato energético para a contração da musculatura esquelética é bem reconhecida. O clássico estudo de

Christensen e Hansen, nos anos 30, demonstrou, claramente, a importância da disponibilidade de carboidratos, durante os exercícios prolongados, e a influência do carboidrato alimentar no metabolismo e no desempenho físico (Hargreaves, 1992).

Os estoques corporais de carboidratos são as maiores fontes de combustível para o trabalho muscular, levando-se em consideração que estes representam 50% do consumo energético, durante exercícios sub-máximos ( $< 70\% \text{VO}_{2\text{max}}$ ), e a maior parte deste consumo em atividades de intensidade igual ou superior a 70% do  $\text{VO}_{2\text{max}}$ . Contudo, a contribuição dos carboidratos para o metabolismo, durante o exercício, é determinada não somente pela intensidade deste, mas, também, por diversos outros fatores como a duração do exercício, bem como a influência do treinamento físico e da dieta (Conley, 1996). Por exemplo, caso a duração da atividade seja superior a duas horas e/ou a intensidade do exercício seja alta ( $>70\% \text{VO}_{2\text{max}}$ ), o glicogênio muscular torna-se depletado, aumentando a dependência do músculo pela glicose plasmática. Quando a concentração de glicose se encontra abaixo dos valores fisiológicos normais, o rendimento diminui rapidamente. Neste momento, o atleta apresenta dificuldade em manter a intensidade normal do exercício e aqueles que não consomem quantidades suficientes de carboidrato, ou energia, e/ou não descansam adequadamente, são os primeiros a sofrerem as conseqüências. Deste modo, atletas que treinam exaustivamente, dia após dia, devem consumir uma quantidade adequada, tanto de carboidrato, quanto de energia, para minimizar o risco da fadiga crônica associada à depleção acumulativa de glicogênio muscular (Ribeiro, 2005).

Sugere-se que os atletas consumam uma dieta contendo cerca de seis a dez gramas de carboidrato, para cada quilo peso corporal, por dia, e, também, descansam periodicamente para que o músculo restabeleça seus estoques de glicogênio. Já uma dieta contendo de oito a dez gramas de carboidrato, para cada quilo de peso corporal, por dia, é indicada para atletas que participam de atividades intensas (acima de  $70\% \text{VO}_{2\text{max}}$ ), durante várias horas, diariamente. Porém, se o atleta se exercitar nesta intensidade, por uma hora ou menos, uma dieta que forneça seis gramas de carboidrato, para cada quilo de peso corporal, por dia, é suficiente para repor os estoques de glicogênio muscular, depletado durante o exercício (Ribeiro, 2005).

### Recomendações de proteína para atletas de *endurance*

A necessidade de ingestão protéica, na dieta, pode ser influenciada por alguns fatores, dentre os quais destacam-se a intensidade, a duração e o tipo de exercício, o conteúdo de glicogênio, o balanço energético, o sexo, a idade e o tempo de treinamento. Além disso, a ingestão inadequada de energia acarreta em aumento da necessidade protéica na dieta, presumivelmente, porque algumas das proteínas, utilizadas normalmente para o processo de síntese de proteínas funcionais (enzimática) e estruturais (tecidual), são desviadas para o fornecimento de energia nesta condição metabólica (Lemon, 1998).

O exercício de *endurance* resulta na oxidação de uma série de aminoácidos, tendo em vista a contribuição destes com uma pequena parcela (5-15%) da energia consumida durante o exercício. Por outro lado, é importante reconhecer que esta pequena parcela de fornecimento de energia torna-se fundamental em condições de alta demanda de energia, durante um período de tempo prolongado. Além disso, o exercício prolongado e intenso acarreta em elevado estresse sobre o *turnover* protéico muscular (Araújo et al., 2005).

Alguns estudos demonstraram que a síntese protéica é suprimida durante o exercício, sendo a magnitude deste efeito proporcional à duração e à intensidade da atividade. Em estudo desenvolvido por Rennie et al. (1981), os autores verificaram que indivíduos do sexo masculino, submetidos à corrida em esteira durante 225 minutos, a  $50\% \text{VO}_{2\text{max}}$ , apresentaram uma diminuição de 14% sobre a taxa de síntese protéica muscular, enquanto a taxa de degradação de proteínas aumentou em 54%.

A supressão da síntese protéica durante o exercício, no tecido muscular, pode ser resultado da diminuição da energia destinada para a síntese protéica, decorrente do excessivo gasto energético no processo de contração muscular. Desse modo, uma relação direta entre a diminuição do conteúdo de glicogênio e a taxa de síntese de proteínas tem sido estabelecida no músculo e no fígado.

Sendo assim, conclui-se que a adequada ingestão de energia e de carboidrato, associada às atividades de *endurance*, especialmente as de baixa a moderada intensidade, impacta pouco significativamente sobre os requerimentos diários de proteína, de modo que a ingestão de um grama de proteína, para cada quilo de peso corporal, proposta para indivíduos sedentários, ainda seria

suficiente. Entretanto, por outro lado, o baixo consumo de energia e carboidrato aumentaria a oxidação de aminoácidos e os requerimentos de proteína, especialmente quando associado a atividades de *endurance* de alta intensidade, gerando uma necessidade que varia de 1,2 a de 1,6g de proteína, para cada quilo de peso corporal, por dia (ADA, 2000; Lemon, 1991; Manore e Thompson, 2000; Tarnopolsky, 2004; Williams, 2005).

### Carboidrato associado à proteína

\_ Efeitos da co-ingestão de carboidrato e proteína sobre a melhora do desempenho durante o exercício

Pelo menos dois estudos, publicados recentemente, relataram melhoras significativas da *performance* em atividades de *endurance*, quando a proteína é ingerida juntamente ao carboidrato, durante o exercício prolongado.

Em um destes estudos, com *design double-blind crossover* randomizado, Ivy et al. (2003) compararam os efeitos da ingestão de uma bebida contendo carboidrato (7,75%) e proteína (1,94%), *versus* uma bebida contendo apenas carboidrato (7,75%) ou placebo. A *performance* de nove ciclistas foi avaliada, mediante a realização de três testes físicos, separados por, pelo menos, sete dias de intervalo: pedalarão durante 180 min, sob duas intensidades sub-máximas (45 e 75% do  $VO_{2max}$ ) e até a exaustão, a 85% do  $VO_{2max}$ . Este protocolo teve por objetivo aproximar-se da intensidade rotineiramente observada durante as competições de ciclismo. Os ciclistas receberam 200ml de bebida, imediatamente antes do exercício, e 200ml, a cada 20 min, durante o exercício, resultando na ingestão aproximada de 600ml de líquidos, 0,67g de carboidrato para cada quilo de peso, e mais 0,17g de *Whey Protein* para cada quilo de peso, somente no grupo que fez a ingestão de proteína, a cada hora, durante o exercício. Quando receberam a bebida contendo carboidrato e proteína, os ciclistas pedalarão até a exaustão mais tempo (36%) (26,9 + 4,5min) do que quando ingeriram a bebida contendo apenas carboidrato (19,7 + 4,6 min). Ambas as bebidas proporcionaram benefícios superiores ao placebo (12,7 + 3,1 min).

Em um outro estudo semelhante, com *design igualmente double-blind crossover* randomizado, comparou-se a *performance* obtida mediante a ingestão de bebida contendo somente carboidrato (7,3%) ou carboidrato (7,3%) mais proteína (1,8%), em 15 ciclistas,

do sexo masculino, durante o período que pedalarão até a exaustão, a 75% do  $VO_{2max}$ , e nos 30 min de recuperação. Foram fornecidos 1,8ml, para cada quilo de peso, de bebida, a cada 15 min ao longo do teste, totalizando cerca de 528 ml de líquidos, 0,52g de carboidrato para cada quilo de peso, e 0,13g de *Whey Protein*, para quilo de peso, por hora. Além disso, os atletas ingeriram dez mililitros de bebida, para cada quilo de peso corporal, ao longo dos primeiros 30 minutos pós-exercício. Os ciclistas pedalarão 106,3 + 45,2 min, quando receberam a bebida contendo carboidrato mais proteína, comparado com 82,3 + 32,6 min, quando ingeriram a bebida contendo apenas carboidrato, o que representou um incremento de 29% no tempo de exercício (Saunders et al., 2004).

Com base no acima exposto, pode-se especular que a adição da proteína às bebidas, administradas durante o exercício, poderia aumentar a resistência ao esforço. Entretanto, ainda são poucos os estudos conduzidos com este objetivo, de forma que ainda restam muitas dúvidas, especialmente em torno da hipótese de que tais benefícios poderiam ser explicados em função de uma maior oferta calórica e, não, em função de benefícios especificamente inerentes às proteínas. Até o momento, a maioria dos estudos objetivou avaliar os efeitos da co-ingestão de carboidrato e de proteína sobre a melhora da recuperação muscular pós-exercício.

\_ Efeitos da co-ingestão de carboidrato e proteína sobre a melhora da recuperação muscular pós-exercício

Um número crescente de estudos tem demonstrado que a ingestão de carboidrato mais proteína, durante o período de recuperação pós-exercício, otimiza a reposição das reservas de glicogênio (Van Loon et al., 2000; Williams et al., 2003; Zawadski et al., 1992) e o balanço protéico (Koopman et al., 2004).

Entretanto, nem todos os autores foram capazes de demonstrar que a ingestão de soluções contendo carboidrato e proteína poderia resultar em uma melhor recuperação, pós-exercício, em comparação com a ingestão de bebidas que contenham somente carboidrato. Betts et al. (2005) realizaram dois estudos, nos quais administraram diferentes volumes (estudo A: +1031 ml/h; estudo B: +722ml/h) de uma solução contendo somente carboidrato (9,3%) e outra, contendo a mesma quantidade de carboidrato, adicionada de proteína (1,5%), com uma

semana de intervalo. Após terem realizado 90 min de corrida, a 70% do  $VO_{2max}$ , as soluções foram administradas a cada 30min, durante um período de quatro horas. Ao final deste período de recuperação, os indivíduos voltavam a correr, a 85% do  $VO_{2max}$ , até a exaustão. A ingestão da solução, contendo carboidrato e proteína, resultou em uma maior liberação de insulina, mas, no entanto, não foi capaz de postergar o tempo de exaustão. Neste trabalho, as reservas de glicogênio não foram mensuradas diretamente por meio da realização de biopsia muscular.

Já na pesquisa realizada por Van Loon et al. (2000), os autores submeteram oito ciclistas a três procedimentos experimentais, separados por uma semana de intervalo, diferenciados pela suplementação recebida. Em uma das situações, eles receberam 0,8g de carboidrato, para cada quilo de peso corporal, por hora. Em um segundo momento, eles receberam a mesma quantidade de carboidrato, acrescida de 0,4g de proteína, e, por fim, receberam uma maior carga de carboidrato (1,2g/kg/h), sem adição de proteína. Para avaliação do impacto das três soluções sobre a ressíntese de glicogênio, os atletas foram submetidos à biopsia muscular, 15 min após o teste físico, e cinco horas após, assim como à coleta de sangue, a cada 30 min, durante este mesmo período. Ao longo dos primeiros 270 min pós-exercício, os atletas ingeriam três mililitros e meio, para cada quilo de peso, de cada solução, a cada 30 min. Como resultado, os autores observaram não ter havido diferença significativa entre a ingestão de uma maior dose de carboidrato e a ingestão da solução contendo carboidrato mais proteína. Entretanto, estas duas soluções conseguiram promover uma ressíntese de glicogênio significativamente superior à ingestão da solução contendo uma menor concentração de carboidrato, sem adição de proteína. Este resultado mostra que o impacto da ingestão de proteína, sobre o reabastecimento das reservas de glicogênio, poderia estar relacionado à maior oferta calórica.

Carrithers et al. (2000) suplementaram sete ciclistas, pós-protocolo para depleção de glicocogênio, com três tipos de soluções, a cada 30 min, durante quatro horas (100% carboidrato; 70% carboidrato + 20% de proteína + 10% de lipídios; 86% de carboidrato + 14% de mistura de aminoácidos). O objetivo da pesquisa, igualmente, era determinar os efeitos da ingestão de uma mistura de carboidrato + proteína, sobre a restauração das reservas

musculares de glicogênio. Os autores verificaram que estas reservas aumentaram após quatro horas, mas não houve diferença, estatisticamente significativa, após a ingestão dos três tipos de soluções. Desta forma, os autores propuseram que a ressíntese de glicogênio não é aumentada em função da presença de proteína, quando soluções de igual valor calórico são administradas pós-exercício.

Berardi et al. (2006) compararam os efeitos da ingestão de placebo, de carboidrato (1,2g/kg/hora) e de carboidrato mais proteína (0,8g/kg/hora de carboidrato mais 0,4g/kg/hora de proteína), administrados imediatamente, uma hora e duas horas, após seis ciclistas terem realizado 60min de teste físico, no qual foram instruídos a pedalarem na máxima velocidade possível, durante este período. Seis horas após o término do primeiro teste, um novo teste, com as mesmas características, foi realizado. Para avaliação do impacto da suplementação sobre as reservas de glicogênio, os atletas foram submetidos à ressonância nuclear magnética, antes e após cada teste. Todos foram submetidos aos três procedimentos experimentais, com, no mínimo, uma semana de intervalo. Após análise dos dados coletados, diferentemente do que havia sido demonstrado por Carrithers et al. (2000) e Van Loon et al. (2000), a ressíntese de glicogênio foi aumentada, mediante a ingestão da solução contendo carboidrato mais proteína, mas, no entanto, este aumento não contribuiu para um melhor desempenho físico.

Segundo Koopman et al. (2004), a degradação protéica aumenta durante o exercício de *endurance*. Sheffield-Moore et al. (2004) observaram que o catabolismo protéico aumenta imediatamente após exercício aeróbico de moderada intensidade. Apesar da síntese protéica também elevar-se durante o período de recuperação, o balanço protéico permanece negativo ao longo de três horas após o exercício, sem que seja realizada uma intervenção nutricional. Bebidas contendo carboidrato mais proteína podem melhorar, significativamente, a síntese protéica e reduzir a degradação protéica, resultando em um balanço protéico positivo após o exercício (Koopman et al., 2004), através da observação de uma redução na liberação de marcadores de dano muscular.

Na TABELA 1, encontram-se agrupados os principais dados dos estudos que avaliaram os efeitos da co-ingestão de carboidrato e proteína sobre melhora da recuperação muscular pós-exercício.

TABELA 1  
COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS OBTIDOS NOS ESTUDOS QUE AVALIARAM OS EFEITOS DA CO-INGESTÃO DE CARBOIDRATO E PROTEÍNA SOBRE A MELHORA DA RECUPERAÇÃO MUSCULAR PÓS-EXERCÍCIO.

Estudo	Bebida(s)	Fracionamento	Total Carb (g/kg/h)	Total Ptn (g/kg/h)	Tipo de ptn	Resultados
Berardi et al. (2006)	Carb	1 dose a cada	1,2	0	Proteína do soro do leite hidrolisada	NS
	Carb+Ptn	1h durante 2h	0,8	0,4		
Betts et al. (2005)	A - Carb	1 dose a cada	1,2	0	Proteína hidrolisada do trigo	NS
	Carb+Ptn	30min durante 4h	1,2	0,2		
	B - Carb		0,8	0		
	Carb+Ptn		0,8	0,1		
Carrithers et al. (2000)	Carb	1 dose a cada	1,0	0	Mistura de caseína, leite e whey protein	NS
	Carb+Ptn+Lip	30min durante 4h	0,71	0,2		
	Carb+AA		0,86	0,14		
Luden et al. (2007)	Carb	1 dose 30min após o término	1,46	0	Proteína de soro de leite concentrada, proteína hidrolisada do trigo	S
	Carb+Ptn	de cada sessão, durante 6 dias	1,46	0,365		
Van Loon et al. (2000)	Carb	1 dose a cada	0,8	0	Proteína hidrolisada do trigo + leucina e fenilalanina	S
	Carb+Ptn	30min durante 4,5h	0,8	0,4		
	Carb+Carb		1,2	0		
Zawadzki et al. (1992)	Carb	1 dose	1,53	0	Leite e Whey Protein Isolada	S
	Ptn	imediatamente após e outra 2h após	0	0,56		
	Carb+Ptn	após	1,53	0,56		
Williams et al. (2005)	Carb+Ptn	1 dose	0,8	0,2	Proteína de soro de leite concentrada, proteína hidrolisada do trigo	S
	Carb	imediatamente após e outra 2h após	0,3	0		

S – significativo / NS – não significativo.

\_\_ Efeitos da co-ingestão de carboidrato e proteína sobre a redução do dano e da dor muscular

Bebidas que contêm carboidrato e proteína têm sido associadas com a minimização do dano muscular induzido pelo exercício. Em três estudos, as concentrações de creatina-quinase (CK), pós-exercício, foram menores do que quando o carboidrato foi ingerido isoladamente (Luden et al., 2007; Saunders et al., 2004; Romano-Ely et al., 2006), conforme pode ser observado na TABELA 2. Entretanto, a validade da CK, como um indicador da presença de dano muscular, é questionável, tendo em vista que o exercício pode causar a liberação da CK através de fontes não-musculares, como, por exemplo, dos monócitos. Uma das alternativas para se conseguir esclarecer melhor

esta questão seria através da mensuração de múltiplos marcadores de dano muscular. Além disso, alguns produtos costumam ser adicionados de vitaminas C e E, apesar de existirem evidências de que estas vitaminas também poderiam estar associadas à proteção contra o dano muscular, em função da ação anti-oxidante de ambas (Romano-Ely et al., 2006).

A ingestão de carboidratos, associados às proteínas, também tem sido associada com redução dos níveis de Lactato-desidrogenase (LDH) (Romano-Ely et al., 2006) e da dor muscular (Luden et al., 2007; Romano-Ely et al., 2006), quando comparada com a ingestão somente de carboidrato.

A redução, pós-exercício, de marcadores de dano muscular pode implicar, positivamente, na *performance* de

TABELA 2  
EFEITO DA INGESTÃO DE CARBOIDRATO ASSOCIADO À PROTEÍNA SOBRE  
MARCADORES DE DANO MUSCULAR.

Estudo	Momento da ingestão da bebida	Marcador de dano muscular	Resultados
Luden et al., 2007	Pós	CK	S
		Dor	S
Millard-Stafford et al., 2005	Pós	CK	NS
		Dor	S
Romano-Ely et al., 2006	Durante e após	CK	S
		LDH	S
		Dor	S
Saunders et al., 2004	Durante e após	CK	S

S – significativo / NS – não significativo.

atividades físicas realizadas subseqüentemente (Saunders et al., 2004). Entretanto, esta hipótese foi negada nos estudos realizados por Luden et al. (2007) e Romano-Ely et al. (2006).

#### \_ Quantidades e tipos de proteínas adicionadas às bebidas

Colombani et al. (1999) compararam as conseqüências metabólicas entre o consumo de carboidrato e o consumo de carboidrato mais proteína, utilizando proteína do leite hidrolisada, durante uma maratona. Eles observaram aumentos das concentrações plasmáticas de aminoácidos, com a ingestão de carboidrato associada à proteína, sem alterações nas concentrações de amônia (NH<sub>3</sub>). Baseado nestes resultados, começou-se a propor benefícios superiores da suplementação com proteínas intactas ou de uma disponibilidade maior de aminoácidos, em comparação com a suplementação isolada de aminoácidos de cadeia ramificada, conhecidos por sua sigla, derivada do inglês, BCAA (*Branched Chain Amino Acids*).

Com base neste conceito, a maioria dos estudos publicados reportou melhora da *performance*, em atividades de *endurance*, mediante a ingestão de carboidrato mais proteína, por meio da utilização da proteína do soro do leite, *Whey Protein* (Ivy et al., 2003; Tipton et al., 2004). Segundo Saunders (2007), não existem estudos que tenham objetivado comparar, diretamente, os efeitos de bebidas contendo diferentes tipos de proteína sobre a *performance* em atividades de *endurance*.

Além do melhor tipo de proteína ser desconhecido, também se desconhece as quantidades que trariam melhores resultados. Entretanto, como os carboidratos representam o maior substrato energético durante as competições de *endurance*, parece ser razoável assumir que o conteúdo de proteína deva ser consideravelmente menor do que o conteúdo de carboidrato, nas bebidas esportivas, o qual costuma girar em torno de seis a dez por cento sobre o volume. Nos estudos nos quais foram demonstrados os efeitos ergogênicos da mistura de carboidrato mais proteína (Ivy et al., 2003; Tipton et al., 2004), a proteína representou 20% do total de calorias da bebida e, aproximadamente, < 2% do volume. Como o volume total de bebida ingerido e o momento da administração variaram nos estudos, a ingestão total de proteína, estimada em gramas, para cada quilo de peso, por hora, girou em torno de 0,15 a 0,4 *versus* de 0,5 a 1,5 gramas de carboidrato, para cada quilo de peso, por hora.

#### \_ Crítica sobre as quantidades de carboidrato adicionadas às bebidas

As quantidades de carboidrato, normalmente adicionadas às bebidas, visam satisfazer as quantidades ótimas preconizadas em bebidas esportivas (seis a oito por cento). O consumo total destas bebidas gira em torno, ou acima, do que normalmente é consumido por atletas de elite (Noakes, 1993). Entretanto, as taxas de ingestão de carboidrato (37-47g/hora), normalmente, ficam abaixo do que se mobiliza durante o exercício, que costuma ser

aproximadamente entre 60 a 72g/hora (Jeukendrup, 2004). Desta forma, é difícil determinar se as alterações na *performance*, proporcionadas pela ingestão de bebidas contendo carboidrato mais proteína, são mediadas pela proteína ou pelas calorias adicionalmente ingeridas.

\_ Mecanismos fisiológicos que poderiam explicar a melhora da *performance*

Apesar de existirem crescentes evidências que apontam para os efeitos benéficos da ingestão da mistura de carboidrato mais proteína sobre a “*endurance-performance*”, ainda não se pode estabelecer um consenso sobre este tema, até que futuros estudos consigam explicar os mecanismos diretos envolvidos com a melhora da *performance*. Apesar de algumas especulações, existem numerosos mecanismos potenciais que poderiam, plausivelmente, contribuir para os efeitos ergogênicos da ingestão de carboidrato mais proteína.

Comparada com o carboidrato e as gorduras, a proteína oferece uma pequena contribuição para a produção de energia durante o exercício de *endurance* (5 a 15 % do total de energia demandada). Entretanto, esta proporção pode aumentar quando o exercício é realizado mediante estágio de depleção de glicogênio, como costuma acontecer ao final das atividades de *endurance* (Lemon, 1998).

Visando observar o impacto do exercício físico sobre o aumento da oxidação protéica, Koopman et al. (2004) analisaram as alterações em concentrações sanguíneas de L-Leucina, de L-Fenilalanina e de Uréia, após seis horas de exercício de ultra-*endurance* (duas horas e meia de ciclismo, uma hora de corrida e uma hora e meia de ciclismo). Os autores observaram que o exercício induziu ao aumento da oxidação de L-Leucina, enquanto que as concentrações de L-Fenilalanina e de Uréia não foram alteradas.

Neste estudo, oito atletas de *endurance* receberam, em dois diferentes momentos, ou uma solução contendo apenas carboidrato (0,7 gramas para cada quilo de peso, por hora) ou solução contendo carboidrato e proteína (0,7 gramas de carboidrato para cada quilo de peso, por hora, associada a 0,25g de proteína para cada quilo de peso, por hora) a cada 30 min, durante as quatro horas de

descanso pré-teste, durante as seis horas de exercício de ultra-*endurance* e durante as quatro primeiras horas do período de recuperação. Os autores observaram ter havido um balanço protéico negativo, mediante a ingestão da solução contendo apenas carboidrato. A adição de proteína, no entanto, resultou em um balanço protéico positivo ou menos negativo.

Ivy et al. (2003) relataram elevação dos níveis de insulina mediante a ingestão de carboidrato mais proteína, comparada com a água, mas estes níveis não foram estatisticamente maiores do que mediante o consumo de uma solução contendo apenas carboidrato.

Aminoácidos desempenham múltiplas funções de transporte no intestino e estimulam a absorção de líquidos e eletrólitos, através de um mecanismo independente da glicose. Desta forma, é possível que a adição de proteína às bebidas esportivas possa produzir efeito sinérgico com os carboidratos, melhorando a absorção e a utilização dos carboidratos, dos eletrólitos e dos líquidos (Saunders, 2007).

## CONCLUSÃO

Um número crescente de estudos tem relatado melhora da *performance*, em atividades de *endurance*, mediante a ingestão de soluções contendo carboidratos associados às proteínas. Entretanto, existem muitas controvérsias a respeito do adequado protocolo de ingestão alimentar (quantidades e proporções de carboidratos e proteínas, fracionamento, temperatura da bebida, etc.), das condições ideais de exercício (tipo, intensidade e duração), e do(s) melhor(es) momento(s) (antes, durante ou após o exercício), sob as quais estes benefícios seriam observados. Mais pesquisas precisam ser realizadas para que se consiga estabelecer os mecanismos potenciais que explicariam tais benefícios. Além disso, o melhor tipo de proteína a ser acrescida aos produtos também precisa ser determinado. Bebidas contendo carboidrato mais proteína, ingeridas durante e/ou após atividades de *endurance*, parecem melhorar a recuperação pós-exercício, tendo em vista que alguns estudos demonstraram um balanço protéico otimizado e uma redução de marcadores de dano muscular. Estas alterações no dano muscular poderão implicar, positivamente, sobre a *performance* de atividades físicas subseqüentes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADA. Position of the American Dietetics Association, Dietitians of Canada and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *Journal American Dietetic Association* 2000; 200:1543-56.
- ARAÚJO J, ROGERO MM, TIRAPEGUI J. As Proteínas no Exercício. In: BIESEK S, ALVES LA, GUERRA I. Estratégias de Nutrição e Suplementação no Esporte. São Paulo: Ed Manole, 2005.
- BERARDI JM, PRICE TB, NOREEN EE, LEMON PW. Postexercise Muscle Glycogen Recovery Enhanced with a Carbohydrate-Protein Supplement. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2006; 38(06): 1106-13.
- BETTS JA, STEVENSON E, WILLIAMS C, SHAPPARD C, GREY E, GRIFFIN J. Recovery of Endurance Running Capacity: Effect of Carbohydrate-Protein Mixtures. *International Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism* 2005; 15: 590-609.
- CARRITHERS JA, WILLIAMSON DL, GALLAGHER PM, GODARD MP, SCHULZE KE et al. Effects of Postexercise Carbohydrate-Protein Feedings on Muscle Glycogen Restoration. *Journal of Applied Physiology* 2000; 88: 1976-82.
- COLOMBANI PC, KOVACS E, FREY-RINDOVA P, FREY W, LANGHANS W, ARNOLD M, WENK C. Metabolic Effects of a Protein-Supplemented Carbohydrate Drink in Marathon Runners. *International Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism* 1999; 09:181-201.
- CONLEY MS, STONE MH. Carbohydrate Ingestion/Supplementation for Resistance and Training. *Sports Medicine* 1996; 21:7-17.
- HARGREAVES M. Carbohydrates and Exercise. In: WILLIAMS C, DELVIN JT. Food, Nutrition and Sports Performance: an International Scientific Consensus Conference, 1992: 19-33.
- IVY JL, RES PT, SPRAGUE RC et al. Effect of a Carbohydrate-Protein Supplement on Endurance Performance During Exercise of Varying Intensity. *International Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism* 2003; 13: 382-95.
- JEUKENDRUP A. Carbohydrate Intake During Exercise and Performance. *Nutrition* 2004; 20: 669-77.
- KOOPMAN R, PANNEMANS DLE, JEUKENDRUP AE, GIJSEN AP, SENDEN JMG, HALLIDAY D et al. Combined Ingestion of Protein and Carbohydrate Improves Protein Balance During Ultra-Endurance Exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2004; 287: E712-E720.
- LEMON PWR, PROCTOR DN. Protein Intake and Athletic Performance. *Sport Medicine* 1991; 12: 313-25.
- LEMON PWR. Effects of Exercise on Dietary Protein Requirements. *International Journal of Sport Nutrition* 1998; 08: 426-47.
- LUDEN ND, SAUNDERS MJ, TODD MK. Postexercise Carbohydrate-Protein-Antioxidant Ingestion Decreases Plasma Creatine Kinase and Muscle Soreness. *International Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism* 2007; 17: 109-23.
- MANORE M, THOMPSON J. Sport Nutrition for Health and Performance. *Human Kinetics*, 2000
- MILLARD-STAFFORD M, WARREN G, THOMAS L, DOYLE J, SNOW T et al. Recovery from Run Training: Efficacy of a Carbohydrate-Protein Beverage? *International Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism* 2005; 15: 610-24.
- NOAKES TD. Fluid Replacement During Exercise. *Exerc Sports Sci Rev* 1993; 21:297-330.
- RENNIE MJ, SMITH K, WATT PW, NEVILL A, ROOYACKERS O, WAGENMAKERS AJ et al. Effect of Exercise on Protein Turnover in Man. *Clinical Science* 1981; 61:627-39.

RIBEIRO BG. Os Carboidratos no Exercício. In: BIESEK S, ALVES LA, GUERRA I. Estratégias de Nutrição e Suplementação no Esporte. São Paulo: Ed Manole, 2005.

ROMANO-ELY BC, TODD MK, SAUNDERS MJ et al. Effect of an Isocaloric Carbohydrate-Protein-Antioxidant Drink on Cycling Performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2006; 38(09):1608-16.

SAUNDERS MJ, KANE MD, TODD MK. Effects of a Carbohydrate-Protein Beverage on Cycling Endurance and Muscle Damage. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2004; 36(07):1233-8.

SAUNDERS MJ. Coingestion of Carbohydrate-Protein During Endurance Exercise: Influence on Performance and Recovery. *International Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism* 2007; 17:S87-103.

TARNOPOLSKY M. Protein Requirements for Endurance Athletes. *Nutrition* 2004; 20: 662-8.

TIPTON KD, WOLFE RR. Protein and Amino Acids for Athletes. *Journal of Sports Sciences* 2004; 22: 65-79.

VAN LOON LJC, SARIS WHM, KRUIJSHOOP M, WAGENMAKERS AJM. Maximizing Postexercise Muscle Glycogen Synthesis: Carbohydrate Supplementation and the Application of Amino Acid or Protein Hydrolysate Mixtures. *American Journal of Clinical Nutrition* 2000; 72: 106-11.

WILLIAMS MB, RAVEN PB, FOGT DL, IVY JL. Effects of Recovery Beverages on Glycogen Restoration and Endurance Exercise Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2003; 17(01): 12-9.

WILLIAMS MH. *Nutrition for Health, Fitness and Sport*. 7ª ed. Boston, EUA: McGraw Hill, 2005.

ZAWADZI KM, YASPELKIS III BB, IVY JL. Carbohydrate-Protein Complex Increases the Rate of Muscle Glycogen Storage After Exercise. *Journal of Applied Physiology* 1992; 72(05): 1854-9.

**Endereço para correspondência:**

Letícia Azen Alves  
Av João Luís Alves, s/nº  
Fortaleza de São João - Urca  
Rio de Janeiro - RJ - Brasil  
CEP 22291-090  
e-mail: letinutri@oi.com.br