



EFEITO DAS BEBIDAS ENERGÉTICAS SOBRE O DESEMPENHO ESPORTIVO¹

Cleiton Silva Correa

Rodrigo Cauduro Oliveira Macedo

Álvaro Reischak-Oliveira

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Brasil

Resumo: As bebidas energéticas (BE) são consideradas substâncias ergogênicas, porque parecem apresentar um aumento do desempenho físico de atletas e, principalmente, não atletas. O objetivo deste trabalho foi investigar na literatura os efeitos agudos e crônicos da utilização de BE no exercício aeróbio e de força. A pesquisa na literatura científica foi realizada principalmente por meio de pesquisa na MEDLINE® (Pubmed, Scopus e EBSCO) e bases de dados Embase, com a busca determinada pelo período entre janeiro de 1976 e janeiro de 2012. Concluímos que a ingestão de bebidas energéticas ocasionais, agudamente, em relação aos riscos à saúde, é segura, porém, como estudos longitudinais consistentes ainda não foram realizados a ingestão crônica de bebidas energéticas, não é aconselhada.

Palavras-chave: bebidas energéticas; recurso ergogênico; exercício físico.

INTRODUÇÃO

Substâncias ergogênicas são todos os produtos que melhoram a capacidade de realizar trabalho ou aumentam o desempenho de um indivíduo por meio de estímulo físico, mental ou vantagem mecânica. O termo ergogênico é proveniente do grego “*ergon*” (trabalho) e “*gen*” (produção de). As bebidas energéticas (BE) são consideradas substâncias ergogênicas, porque parecem apresentar um aumento do desempenho físico de atletas e, principalmente, não atletas, pela otimização de utilização de energia durante a contração muscular (HIGGINS; TUTTLE; HIGGINS, 2010; JEUKENDRUP, 2004). Entretanto, o efeito ergogênico das BE sobre o desempenho

¹ Os autores declararam que não há qualquer tipo de conflito de interesse em relação a este trabalho, que não têm nenhum envolvimento com indústrias de bebidas energéticas e não possuem interesse comercial com as marcas citadas no texto.

físico ainda é controverso, tanto em atividades aeróbias como anaeróbias, principalmente pelo possível risco à saúde quando consumidas cronicamente (CAMPBELL et al., 2008; CANDOW et al., 2009; DUCHAN et al., 2010; FORBES et al., 2007; GREER; FRIARS; GRAHAM, 2000).

As BE têm sua entrada relativamente recente no mercado de produtos ergogênicos industrializados. Essas bebidas chegaram ao topo do mercado consumidor em cerca de nove anos, apresentando um crescimento exponencial. As vendas de BE que figuraram no ano de 2005, mostraram que a Redbull® ficou no topo das vendas do mercado mundial com cerca de US\$ 262 milhões em vendas, a Monster® vendeu US\$ 81 milhões; a Rockstar®, US\$ 67 milhões; e a Full Trottle®, um total de US\$ 40 milhões (PENNINGTON et al., 2010). De acordo com os dados de vendas apresentados em 2002, o mercado de BE evoluiu de US\$ 1,2 bilhão para US\$ 6,6 bilhões no ano de 2007 (LOCKWOOD et al., 2010).

Não parece provável que o mercado de BE vá abrandar tão cedo, o que reforça a importância do entendimento acerca das respostas sobre os benefícios e riscos da sua administração. O histórico dos efeitos agudos e crônicos das BE no esporte foram muito pouco investigados, o que dificulta a determinação da validade de toda e qualquer resposta da sua ingestão sobre a saúde de atletas (CANDOW et al., 2009; CLAUSON et al., 2008; DUCHAN et al., 2010; PENNINGTON et al., 2010).

Na composição nutricional da grande maioria das bebidas energéticas estão os carboidratos, taurina, vitaminas B2, B3, B5, B6 e B12, e principalmente a cafeína. Nas principais marcas comerciais de BE o principal estimulante ativo é a cafeína, uma substância barata e com efetivo efeito ergogênico. Tanto que o Canadá passou a utilizar novas regras para limitar os níveis de cafeína a 180 mg por bebida (GREER; FRIARS; GRAHAM, 2000). Para uma comparação, um copo médio de café contém em torno de 40 a 150 mg de cafeína, embora cafés especiais possam conter doses muito mais elevadas (KERRIGAN; LINDSEY, 2005).

Apesar da grande quantidade de dados sobre diferentes concentrações e formas de uso de cafeína e/ou carboidratos para melhorar o desempenho de exercícios aeróbios (CAMPBELL et al., 2008; GRAHAM, 2001a; 2001b; GRAHAM et al., 2001; JEUKENDRUP, 2004; UTTER et al., 1999; 2002), a literatura apresenta poucos dados sobre o efeito de BE no desempenho de exercícios anaeróbios ou de força (LOCKWOOD et al., 2010), especialmente a partir de pesquisas com formato de ensaio clínico que sejam bem controladas e randomizadas.

Sendo assim, a carência de estudos que investiguem o verdadeiro benefício do consumo de bebidas energéticas no desempenho físico e se esse benefício, no aumento das capacidades físicas como resistência aeróbia, velocidade, força e potência

muscular, é válido e qual o risco que a utilização contínua de energéticos pode causar à saúde motivou a realização deste trabalho de revisão. Além disso, questiona-se se o incremento nessas variáveis físicas pode justificar seu uso. Este artigo tentará responder a estas perguntas.

MÉTODO

A pesquisa na literatura científica foi realizada principalmente por meio de pesquisa na MEDLINE® (Pubmed, Scopus e EBSCO) e bases de dados Embase, com a busca determinada pelo período entre janeiro de 1976 e fevereiro de 2013. Para esta pesquisa, utilizamos palavras-chave encontradas no corpo de artigos revisados por pares que representavam a fonte atual de conhecimentos sobre a utilização de BE como recurso ergogênico no desempenho físico de exercícios aeróbios e anaeróbios. Posteriormente, as palavras-chave utilizadas foram os termos em língua inglesa como: *energy beverage*, *energy drink*, *power drink*, *exercise*, *Red Bull* e *taurine*, já que em língua portuguesa não encontramos artigos sobre o efeito ergogênico de BE.

Enfim, esta investigação esforçou-se para trazer a atual realidade da produção científica sobre a utilização de BE, tanto por atletas quanto pela população em geral.

DESENVOLVIMENTO

Composição das bebidas energéticas

As BE são uma combinação de diversas substâncias que a indústria chama de *energy blend* (em tradução livre, mistura energética). Além da cafeína, as BE são tipicamente compostas por carboidratos (sacarose e glicose, geralmente) e outros ingredientes de menor concentração, como o aminoácido taurina, vitaminas do complexo B, glucoronolactona, aromatizantes e corantes.

Cafeína

A cafeína (1,3,7-trimetilxantina) é um alcaloide estimulante encontrado naturalmente ou adicionado nos alimentos e bebidas. Após ingestão, ela atinge sua concentração plasmática de pico em 30 a 90 minutos (GWACHAM; WAGNER, 2012; PETTITT et al., 2012). A cafeína induz aumento da atividade do Sistema Nervoso Simpático (SNS) (GILES et al., 2012), provocando aumento da mobilização de ácidos graxos dos tecidos muscular e adiposo. Um dos mecanismos associados a esse fenômeno ocorre pelo incremento da concentração plasmática de adrenalina. Alguns trabalhos mostram que a ingestão de cafeína, previamente ao exercício, poderia ter um efeito poupador do glicogênio muscular e, portanto, aumento do desempenho

esportivo. Porém, recentes estudos têm rechaçado a ideia de troca de substrato energético dos carboidratos para os lipídeos, associando o incremento de desempenho a mecanismos centrais (GRAHAM; HIBBERT; SATHASIVAM, 1998).

A cafeína é um dos estimulantes mais bem investigados na literatura científica, em relação a seus mecanismos e segurança (HECKMAN; WEIL; GONZALEZ DE MEJIA, 2010). Casos de overdoses fatais com cafeína em adultos são relativamente raros e requerem a ingestão de uma grande concentração da substância, normalmente de 5 a 10 gramas (ou 5.000 a 10.000 miligramas) (KERRIGAN; LINDSEY, 2005; NAWROT et al., 2003), equivalente a cerca de 41 a 83 xícaras de café de 100 ml (uma xícara de café contendo 120 mg de cafeína). A dose de vigência em que é observado um efeito ergogênico é de cerca de 2 a 6 mg de cafeína por quilograma (kg) de massa corporal, de modo que um atleta de 100 kg precisaria em torno de 200 a 600 mg ou de 1,5 a 5 xícaras de café de tamanho médio para aumentar potencialmente seu desempenho. Com base nos dados revisados por Nawrot et al. (2003), até 400 mg de cafeína por dia não está associado com qualquer efeito adverso em adultos saudáveis. Este estudo também sugere que crianças devem limitar seu consumo a uma concentração menor do que 2,5 mg/kg de massa corporal/dia. Higdon e Frei (2006) apresentaram dados, também em crianças de que não foram encontrados efeitos adversos em concentrações menores do que 3 mg/kg de massa corporal/dia. No entanto, salienta-se que existe uma variabilidade individual em relação a fatores genéticos, massa corporal, dieta, uso concomitante de algumas drogas e sensibilidade a substância. Como referência, um atleta juvenil de massa corporal de 55 kg pode consumir com segurança uma porção de 163 mg de cafeína por dia, ou cerca de duas porções de uma BE (média de cafeína para cada porção de *Red Bull* é de 81 mg) (HIGDON; FREI, 2006).

Ao que parece, a cafeína apresenta um possível envolvimento no mecanismo de melhora do desempenho físico, pelo estímulo da contração muscular via liberação de cálcio celular. Ainda, entre a variação individual, o efeito da cafeína, via bebida energética, está diretamente relacionado ao consumo prévio de cafeína do indivíduo. Ou seja, indivíduos que consomem grande quantidade de cafeína terão uma resposta diminuída.

Taurina

A taurina (ácido 2-aminoetanossulfônico) é um dos aminoácidos não essenciais mais encontrados no organismo (GILES et al., 2012). Possui um papel importante na conjugação da bile, no fígado, e parece ter ação metabólica relacionada à tolerância a glicose e sensibilidade a insulina (MERO et al., 2008). Imagawa et al. (2009) suplementaram camundongos com taurina e cafeína isoladas ou ambas combinadas, durante

uma e duas semanas. Os resultados mostram que, em uma semana, há aumento da distância percorrida em todos os grupos, em relação ao grupo controle, com maior incremento no grupo cafeína isolada. Em duas semanas, os resultados mantêm-se, entretanto o grupo cafeína mais taurina apresenta a maior distância percorrida. Entretanto, quando homens são suplementados com taurina, durante uma semana, não há qualquer benefício sobre o desempenho humano (GALLOWAY et al., 2008).

Os autores Pettitt et al. (2012), reforçando essa ideia, não encontraram nenhuma diferença entre a utilização de taurina e placebo nas medidas de frequência cardíaca e percepção subjetiva de esforço, durante e após a realização de exercício aeróbio de alta intensidade. Além disso, Giles et al. (2012), comparando os efeitos isolados da cafeína, taurina e glicose, encontraram que somente a glicose apresenta efeito positivo sobre cognição, concentração e tempo de reação de pensamento. Outro dado interessante deste estudo é que a taurina pode apresentar efeito reverso ao da cafeína sobre a cognição, quando é administrada separadamente da cafeína.

As questões de cognição são importantes porque apresentam forte relação com o desempenho esportivo, principalmente no tempo de tomada de decisão, tanto no esporte coletivo quanto no individual.

Vitaminas do complexo B

O complexo B é um conjunto de vitaminas hidrossolúveis que participam do metabolismo energético como coenzimas. Suas atividades celulares específicas correspondem à função mitocondrial e, conseqüentemente, produção de energia.

Dentre as vitaminas mais comumente presentes nas bebidas energéticas, podemos citar: riboflavina (B2), niacina (B3), ácido pantotênico (B5), piridoxina (B6), inositol (B8), cianocobalamina (B12). A maioria das BE apresenta concentrações dessas vitaminas acima da ingestão diária recomendada (IDR) (HIGGINS; TUTTLE; HIGGINS, 2010).

O esforço físico aumenta a necessidade desse tipo de nutriente em virtude das necessidades de manutenção e reparação tecidual além das adaptações bioquímicas mitocondriais que utilizam essas vitaminas como cofatores em processos metabólicos (HIGGINS; TUTTLE; HIGGINS, 2010). A carência das vitaminas do complexo B compromete a síntese proteica e o metabolismo aeróbio, porém os dados sobre sua influência no desempenho físico após sua suplementação são inconclusivos e ao nosso conhecimento não foram especificamente investigados na literatura. Nesse sentido, até o presente momento, conclusões sobre os benefícios dessas vitaminas no desempenho físico são inexistentes.

Efeitos de bebidas energéticas no desempenho de exercícios aeróbios e anaeróbios

O trabalho de Candow et al. (2009) investigou o efeito do Red Bull® sem açúcar em adultos jovens no desempenho aeróbio de alta intensidade até a exaustão. Os estudantes universitários fisicamente ativos (9 homens e 8 mulheres, com média de idade em 21 ± 4 anos) participaram do estudo com modelo duplo-cego e transversal. Os sujeitos foram randomicamente divididos, entre o grupo suplemento (Red Bull®, sem açúcar, em 2 mg/kg de cafeína por kg de massa corporal) e grupo placebo que utilizaram suplemento descafeinado (água tônica com suco de limão), com sete dias de intervalo entre os testes. Nesses experimentos foram mensurados o tempo total de execução do teste de exaustão em 80% VO_2 máx, e a percepção subjetiva de esforço (RPE) de cada sujeito foi avaliada imediatamente após o término do exercício. Os pesquisadores não encontraram diferenças significativas entre os grupos no tempo total de execução até a exaustão (Red Bull®: $12,6 \pm 3,8$ minutos e placebo: $1,8 \pm 3,4$ minutos) ou esforço percebido pela escala de Borg (Red Bull®: $17,1 \pm 2,0$, placebo: $16,6 \pm 1,8$).

No trabalho de Ivy et al. (2009) foram investigados os efeitos de uma BE amplamente comercializada (por exemplo, não divulgada no estudo) que foi consumida anteriormente ao teste em cicloergômetro. Este experimento também foi realizado em modelo duplo-cego, cruzado e randomizado. A amostra foi constituída de 12 indivíduos (6 homens e 6 mulheres), todos ciclistas treinados (com médias de idade de $27,3 \pm 1,7$ anos, massa corporal $68,9 \pm 3,2$ kg e VO_2 pico de $54,9 \pm 2,3$ ml/kg/min). Os indivíduos realizaram os testes em jejum noturno de 12 horas. Eles realizaram os testes em dois momentos, placebo e energético. No grupo placebo, os indivíduos consumiram 500 ml de uma bebida com iguais características de cor, aroma e sabor que a BE utilizada; já no grupo BE, os indivíduos ingeriram a bebida propriamente dita, composta de 160 mg de cafeína e 54 g de carboidratos. O desempenho nos testes foi mensurado como a distância máxima em um teste de uma hora de ciclismo a 70% VO_2 máx. Neste estudo ocorreu uma melhora do desempenho no ciclismo com a utilização de BE em comparação com o grupo placebo (3.690 ± 64 s vs 3.874 ± 93 s, $p < 0,01$), embora não houvesse diferença nas avaliações de percepção subjetiva de esforço. A relação de troca respiratória (RER) também foi avaliada para a investigação da utilização de substrato energético e de espirometria em circuito aberto, com o objetivo de minimizar o efeito de variáveis intervenientes entre os tratamentos. A medida de RER não apresentou diferença significativa entre os grupos do estudo.

Em outro estudo sobre os efeitos agudos das BE, Gwacham e Wagner (2012) compararam o efeito da administração de BE no desempenho de potência aeróbia e

teste de velocidade de corrida em 20 atletas de futebol americano universitário num estudo duplo-cego e randomizado, os indivíduos receberam uma BE isoenergéticas, isovolumétrica e uma substância placebo sem cafeína em dois experimentos separados por sete dias. A administração de BE também não melhorou o desempenho da corrida ou potência anaeróbia desses atletas.

O conflito de resultados dos experimentos supracitados de Candow et al. (2009) e Ivy et al. (2009) pode estar relacionado aos diferentes desenhos de estudo e os diferentes exercícios aeróbios. Por exemplo, Candow et al. (2009) usou como teste aeróbio uma corrida até a exaustão, enquanto Ivy et al. (2009) usou um teste aeróbio de contrarrelógio (1 hora) do ciclismo. Além disso, nesses estudos permanece a dificuldade de identificar o ingrediente em questão, específico ou combinado, que apresenta o potencial efeito ergogênico das BE.

Os carboidratos e fluidos têm sido repetidamente demonstrados como substâncias de potencial ergogênico quando administrados antes e durante exercícios aeróbios (JEUKENDRUP, 2004; KANG et al., 1995; 1996; NOAKES et al., 1988; UTTER et al., 1999; 2002). Esta é uma afirmação importante e demonstra que a cafeína incrementa o desempenho físico em exercícios de resistência aeróbia (BALSHAW et al., 2013); por outro lado a combinação de diferentes ingredientes das BE pode também inibir esse aumento de desempenho. Especificamente, a taurina pode apresentar esse efeito de inibição sobre os parâmetros de memória e o tempo de reação de pensamento, como foi demonstrado no estudo de Giles et al. (2012).

Em seus resultados, a taurina administrada separadamente da cafeína apresenta efeito reverso ao da cafeína no tempo de reação da cognição. Além disso, os efeitos da taurina isolada no desempenho físico são pouco explorados na literatura. Um estudo que realizou a investigação do efeito isolada da taurina no desempenho aeróbio foi o dos autores Balshaw et al. (2013) e Giles et al. (2012), investigando o efeito da ingestão aguda de 1.000 mg de taurina em teste de esforço máximo de 3 km com 8 corredores treinados em meia distância, estudo com desenho duplo-cego, randomizado. A conclusão desse estudo foi de que a taurina apresenta potencial influência sobre o desempenho aeróbio de corredores de meia distância, os autores atribuíram isso a uma possível interação entre a taurina e a membrana muscular, que poderia aumentar a coordenação ou a capacidade de produção de força dos músculos. Entretanto, pesquisas empregando técnicas invasivas poderiam elucidar melhor o papel da taurina na melhora do desempenho de resistência aeróbia máxima e força muscular.

Nem todos os atletas são envolvidos em esportes de metabolismo prioritariamente aeróbio, já que alguns esportes são basicamente de natureza anaeróbia. Por esse motivo, alguns trabalhos analisaram o efeito ergogênico das BE quando ingeridas

anteriormente a execução de exercício anaeróbio ou de força (HIGGINS; TUTTLE; HIGGINS, 2010; LOCKWOOD et al., 2010; PETTITT et al., 2012). Forbes et al. (2007) estudaram os efeitos do Red Bull®, cuja fórmula continha 2 mg/kg de cafeína/massa corporal, em comparação a um placebo (um composto descafeinado e com suco de limão). Dezesesseis indivíduos saudáveis e fisicamente ativos (12 homens e 4 mulheres, com média de idades em 24 ± 6 anos) foram voluntários para o estudo. Após a familiarização com a sessão de exercícios de força, os indivíduos foram divididos randomicamente entre os grupos placebo e experimental, e ingeriram o composto placebo ou Red Bull®, 60 minutos antes da sessão de exercício. As variáveis de força e resistência muscular foram mensuradas pelos testes de IRM no exercício de supino reto, em que cada indivíduo realizou três séries de repetições máximas com intensidade de 70% do IRM nesse exercício, até a exaustão voluntária. A potência anaeróbia foi avaliada em protocolo de cicloergômetro no teste de 30 segundos do *Wingate* com resistência fixada em 7,5% da massa corporal dos indivíduos. Na sessão de exercício em que os indivíduos ingeriram Red Bull® foi encontrado um aumento significativo no número de repetições máximas nas três séries de supino em relação ao grupo placebo (34 ± 9 reps vs 32 ± 8 repetições, $p < 0,05$), mas não foram encontradas diferenças na potência anaeróbia de pico (701 ± 124 vs 700 ± 132 W) ou potência média (479 ± 74 W x 471 ± 74 W) entre os grupos Red Bull® versus placebo, respectivamente. A partir deste estudo, pode-se presumir que o Red Bull® pode aumentar o desempenho em resistência de força no exercício de supino, mas não apresenta efeito ergogênico sobre a potência anaeróbia dos sujeitos avaliados.

CONCLUSÃO

Apesar da grande quantidade de dados sobre o efeito ergogênico dos principais ingredientes ativos das bebidas energéticas (cafeína e carboidratos), ainda são limitados os dados da literatura que demonstram o aumento no desempenho em exercício aeróbio ou anaeróbio. Enquanto não existem recomendações claras em relação ao uso de bebidas energéticas, alguns grupos e entidades ligadas ao esporte de alto rendimento não recomendam a ingestão de bebidas energéticas para atletas, principalmente para exercícios físicos que tenham a duração inferior a uma hora (HIGGINS; TUTTLE; HIGGINS 2010). Entretanto, podemos admitir que haja uma carência na literatura sobre dados que avaliam o efeito da utilização de bebidas energéticas em experimentos longitudinais para que possamos apoiar esta conclusão.

O principal ingrediente ergogênico desses compostos energéticos é a cafeína, um estimulante seguro quando utilizado nas doses moderadas e/ou recomendadas. O efeito da cafeína via bebida energética está diretamente relacionada ao consumo

prévio de cafeína do indivíduo, ou seja, indivíduos que consomem grande quantidade de cafeína terão uma resposta diminuída. Em relação ao tempo de reação e tomada de decisão no esporte, a cafeína, quando administrada isoladamente, apresenta benefícios para a cognição dos atletas. Já outras substâncias como a taurina não apresentam nenhum efeito sobre o desempenho físico.

Com base em dados atuais, parece que a ingestão de bebidas energéticas ocasionais, agudamente – tendo a cafeína como o principal agente ergogênico –, em relação aos riscos à saúde, é segura, porém, como estudos longitudinais consistentes ainda não foram realizados, a ingestão crônica de bebidas energéticas não é aconselhada.

EFFECT OF ENERGY DRINKS ON PERFORMANCE SPORTS

Abstract: Energy drinks (ED) are considered ergogenic aids, because they seem to show an increase of physical performance of athletes, and especially non-athletes. The objective of this study was to investigate the literature on acute and chronic effects of the use of ED in aerobic exercise and strength training. The research in the scientific literature was mainly performed by searching MEDLINE® (Pubmed, Scopus and EBSCO) and Embase, with a particular search for the period between January 1976 and January 2012. We conclude that the intake of energy drinks occasional acutely in relation to health risks is safe, but as consistent longitudinal studies have not been conducted chronic ingestion of energy drinks is not advised.

Keywords: energy drinks; ergogenic resource; physical exercise.

REFERÊNCIAS

BALSHAW, T. G.; BAMPOURAS, T. M.; BARRY, T. J.; SPARKS, S. A. The effect of acute taurine ingestion on 3-km running performance in trained middle-distance runners. **Amino Acids**, v. 44, n. 2, p. 555-561, Feb. 2013.

CAMPBELL, C.; PRINCE, D.; BRAUN, M.; APPLGATE, E.; CASAZZA, G. A. Carbohydrate-supplement form and exercise performance. **Internacional Journal Sport Nutrition Exercise and Metabolism**, v. 18, n. 2, p. 179-190, Apr. 2008.

CANDOW, D. G.; KLEISINGER, A. K.; GRENIER, S.; DORSCH, K. D. Effect of sugar-free Red Bull energy drink on high-intensity run time-to-exhaustion in young adults. **Journal Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 4, p. 1271-1275, Jul. 2009.

CLAUSON, K. A.; SHIELDS, K. M.; MCQUEEN, C. E.; PERSAD, N. Safety issues associated with commercially available energy drinks. **Journal American Pharmacology Association**, v. 48, n. 3, p. 55-63, May-Jun. 2008.

DUCHAN, E.; PATEL, N. D.; FEUCHT, C. Energy drinks: a review of use and safety for athletes. **Physical Sports Medicine**, v. 38, n. 2, p. 171-179, June 2010.

FORBES, S. C.; CANDOW, D. G.; LITTLE, J. P.; MAGNUS, C.; CHILIBECK, P. D. Effect of Red Bull energy drink on repeated Wingate cycle performance and bench-press muscle endurance. **Internacional Journal Sport Nutrition Exercise Metabolism**, v. 17, n. 5, p. 433-444, Oct. 2007.

GALLOWAY, S. D.; TALANIAN, J. L.; SHOVELLER, A. K.; HEIGENHAUSER, G. J.; SPRIET, L. L. Seven days of oral taurine supplementation does not increase muscle taurine content or alter substrate metabolism during prolonged exercise in humans. **Journal Applied of Physiology**, v. 105, n. 2, p. 643-651, Aug. 2008.

GILES, G. E.; MAHONEY, C. R.; BRUNYE, T. T.; GARDONY, A. L.; TAYLOR, H. A.; KANAREK, R. B et al. Differential cognitive effects of energy drink ingredients: caffeine, taurine, and glucose. **Pharmacology Biochemical Behavior**, v. 102, n. 4, p. 569-577, Oct. 2012.

GRAHAM, T. E. Caffeine and exercise: metabolism, endurance and performance. **Sports Medicine**, v. 31, n. 11, p. 785-807, 2001a.

GRAHAM, T. E. Caffeine, coffee and ephedrine: impact on exercise performance and metabolism. **Canadian Journal Applied Physiology**, v. 26, suppl. 1, p. S103-119, 2001b.

GRAHAM, T. E.; HIBBERT, E.; SATHASIVAM, P. Metabolic and exercise endurance effects of coffee and caffeine ingestion. **Journal Applied Physiology**, v. 85, n. 3, p. 883-889, Sept. 1998.

GRAHAM, T. E.; SATHASIVAM, P.; ROWLAND, M.; MARKO, N.; GREER, F.; BATTRAM, D. Caffeine ingestion elevates plasma insulin response in humans during an oral glucose tolerance test. **Canadian Journal Physiology Pharmacology**, v. 79, n. 7, p. 559-565, July 2001.

GREER, F.; FRIARS, D.; GRAHAM, T. E. Comparison of caffeine and theophylline ingestion: exercise metabolism and endurance. **Journal Applied Physiology**, v. 89, n. 5, p. 1837-1844, Nov. 2000.

GWACHAM, N.; WAGNER, D. R. Acute effects of a caffeine-aurine energy drink on repeated sprint performance of American college football players. **Internacional Journal Sport Nutrition Exercise and Metabolism**, v. 22, n. 2, p. 109-116, Apr. 2012.

- HECKMAN, M. A.; WEIL, J.; GONZALEZ DE MEJIA, E. Caffeine (1, 3, 7-trimethyl-xanthine) in foods: a comprehensive review on consumption, functionality, safety, and regulatory matters. **Journal Food Science**, v. 75, n. 3, p. 77-87, Apr. 2010.
- HIGDON, J. V.; FREI, B. Coffee and health: a review of recent human research. **Critical Review Food Science Nutrition**, v. 46, n. 2, p. 101-123, 2006.
- HIGGINS, J. P.; TUTTLE, T. D.; HIGGINS, C. L. Energy beverages: content and safety. **Mayo Clinical Proceedings**, v. 85, n. 11, p. 1033-1041, Nov. 2010.
- IMAGAWA, T. F.; HIRANO, I.; UTSUKI, K.; HORIE, M.; NAKA, A.; MATSUMOTO, K.; IMAGAWA, S. Caffeine and taurine enhance endurance performance. **International Journal Sports Medicine**, v. 30, n. 7, p. 485-488, July 2009.
- IVY, J. L.; KAMMER, L.; DING, Z.; WANG, B.; BERNARD, J. R.; LIAO, Y. H.; HWANG, J. Improved cycling time-trial performance after ingestion of a caffeine energy drink. **International Journal Sport Nutrition Exercise Metabolism**, v. 19, n. 1, p. 61-78, Feb. 2009.
- JEUKENDRUP, A. E. Carbohydrate intake during exercise and performance. **Nutrition**, v. 20, n. 7-8, p. 669-677, July-Aug. 2004.
- KANG, J.; ROBERTSON, R. J.; DENYS, B. G.; DASILVA, S. G.; VISICH, P.; SUMINSKI, R. R.; UTTER, A. C.; GOSS, F. L.; METZ, K. F. Effect of carbohydrate ingestion subsequent to carbohydrate supercompensation on endurance performance. **International Journal Sport Nutrition**, v. 5, n. 4, p. 329-343, Dec. 1995.
- KANG, J.; ROBERTSON, R. J.; GOSS, F. L.; DASILVA, S. G.; VISICH, P.; SUMINSKI, R. R.; UTTER, A. C.; DENYS, B. C. Effect of carbohydrate substrate availability on ratings of perceived exertion during prolonged exercise of moderate intensity. **Percept Motor Skills**, v. 82, n. 2, p. 495-506, Apr. 1996.
- KERRIGAN, S.; LINDSEY, T. Fatal caffeine overdose: two case reports. **Forensic Science International**, v. 153, n. 1, p. 67-69, Oct. 2005.
- LOCKWOOD, C. M.; MOON, J. R.; SMITH, A. E.; TOBKIN, S. E.; KENDALL, K. L.; GRAEF, J. L.; CRAMER, J. T.; STOUT, J. R. Low-calorie energy drink improves physiological response to exercise in previously sedentary men: a placebo-controlled efficacy and safety study. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 8, p. 2227-2238, Aug. 2010.
- MERO, A.; LEIKAS, A.; RINKINEN, N.; HUHTA, P.; HULMI, J. J.; PITKANEN, H.; KNUUTINEN, J. Effect of strength training session on plasma amino acid concentration following oral ingestion of arginine or taurine in men. **Amino Acids**, v. 35, n. 1, p. 99-106, June 2008.

NAWROT, P.; JORDAN, S.; EASTWOOD, J.; ROTSTEIN, J.; HUGENHOLTZ, A.; FEELEY, M. Effects of caffeine on human health. **Food Addition Contam**, v. 20, n. 1, p. 1-30. Jan. 2003.

NOAKES, T. D.; LAMBERT, E. V.; LAMBERT, M. I.; MCARTHUR, P. S.; MYBURGH, K. H.; BENADE, A. J. Carbohydrate ingestion and muscle glycogen depletion during marathon and ultramarathon racing. **European Journal Applied of Physiology Occupational Physiology**, v. 57, n. 4, p. 482-489, 1988.

PENNINGTON, N.; JOHNSON, M.; DELANEY, E.; BLANKENSHIP, M. B. Energy drinks: a new health hazard for adolescents. **Journal Schemic Nursing**, v. 26, n. 5, p. 352-359, Oct. 2010.

PETTITT, R. W.; NIEMEYER, J. D.; SEXTON, P. J.; LIPETZKY, A.; MURRAY, S. R. Do the non-caffeine ingredients of energy drinks affect metabolic responses to heavy exercise? **Journal Strength and Conditioning Research**, v. 13, n. 2, Oct. 2012.

UTTER, A. C.; KANG, J.; NIEMAN, D. C.; WILLIAMS, F.; ROBERTSON, R. J.; HENSON, D. A.; DAVIS, J. M.; BUTTERWORTH, D. E. Effect of carbohydrate ingestion and hormonal responses on ratings of perceived exertion during prolonged cycling and running. **European Journal Applied Physiology Occupational Physiology**, v. 80, n. 2, p. 92-99, July 1999.

UTTER, A. C.; KANG, J.; ROBERTSON, R. J.; NIEMAN, D. C.; CHALOUPKA, E. C.; SUMINSKI, R. R.; PICCINNI, C. R. Effect of carbohydrate ingestion on ratings of perceived exertion during a marathon. **Medicine in Science and Sports in Exercise**, v. 34, n. 11, p. 1779-1784, Nov. 2002.

Contato

Cleiton Silva Correa

E-mail: cleitonsef@yahoo.com.br

Tramitação

Recebido em 29 de março de 2012

Aceito em 25 de março de 2013