

UTILIZAÇÃO DA CAFEÍNA COMO ERGOGÊNICO NUTRICIONAL NO EXERCÍCIO FÍSICO

Danielle Faria Silva

Graduada em Nutrição pela Faculdade Atenas-Paracatu-MG
Pós-graduanda em Fisiologia do exercício, Nutrição esportiva e Treinamento esportivo pela
Master Educacional Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA)
e-mail: daniellefaria.nutri@gmail.com

Lucas Costa Guimarães

Graduado em Nutrição pelo UNIFOR-MG
Mestre em Ciências dos Alimentos pela Universidade Federal de Lavras
Docente da Universidade Paulista – Campi Brasília-DF

Recebido em: 24/09/2013

Aprovado em: 22/11/2013

RESUMO

A cafeína é uma substância que não apresenta valor nutricional significativo, sendo classificada como uma trimetilxantina, alcaloide estimulante do sistema nervoso. É considerada um ergogênico nutricional por estar presente em vários alimentos e bebidas, como o chocolate, o café, chás e bebidas à base de guaraná. Seu uso tem sido bastante difundido no meio esportivo pela possibilidade de aumentar o desempenho durante o exercício físico. O consumo da substância pode provocar aumento do estado de vigília, diminuição da sonolência, alívio da fadiga, aumento da liberação de catecolaminas, aumento da respiração, da frequência cardíaca, do metabolismo e da diurese. No exercício, seu efeito ergogênico tem sido comprovado por diversos estudos, sendo a dose de 3 a 6 mg/kg de massa corporal, a mais efetiva. Entretanto, alguns fatores como uso habitual e combinação com outras substâncias podem afetar sua absorção. Inúmeros esportistas utilizam a substância sem os cuidados necessários podendo comprometer sua saúde e integridade física no exercício.

Palavras-chave: Cafeína. Ergogênico nutricional. Exercício físico.

USE OF CAFFEINE AS NUTRITIONAL ERGOGENIC IN EXERCISE

ABSTRACT

Caffeine is a substance that has no nutritional value, being classified as a methylxanthine, alkaloid nervous system stimulant. It is considered a nutritional ergogenic to be present in various foods and beverages such as chocolate, coffee, tea and soft drinks with guarana. Its use has been widespread in sports the possibility to increase the performance in physical activity. The consumption of the substance can cause increased alertness, decreased drowsiness, relieve fatigue, increased release of catecholamines, increased respiration, heart rate, metabolism and diuresis. In its ergogenic effect physical activity has been proven by several studies, the dose is 3-6 mg / kg body weight the most effective. However, some

factors such as habitual use and combination with other substances can affect its absorption. Numerous athletes use the substance without due care may compromise their health and physical integrity in the exercise.

Keywords: Caffeine. Ergogenic nutritional. Physical activity.

1 INTRODUÇÃO

Recurso ergogênico é todo mecanismo que atua na melhora do desempenho no exercício físico (BARROS NETO, 2001). Neles, estão inclusos os ergogênicos nutricionais, alimentos e bebidas que contêm alguma substância ativa, como a cafeína, capaz de alterar o rendimento no exercício, prevenindo ou retardando a fadiga.

A cafeína é utilizada desde o período paleolítico, inicialmente através de plantas e, tempos depois, através de infusão em bebidas (PAULA FILHO; RODRIGUES, 1985). Hoje, é uma das substâncias mais utilizadas no mundo que compõe inúmeros tipos de bebidas e alimentos. Está presente principalmente no café, chocolate, chás, bebidas energéticas, refrigerantes à base de cola e guaraná (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2011).

Esta substância induz a estimulação do Sistema Nervoso Central, mobiliza a utilização de gorduras e potencializa a contração muscular (ALTIMARI et al., 2001). Entretanto, sua atuação pode ser alterada por alguns fatores como a genética, a dieta, o uso de alguma droga, o sexo, o peso corporal, o estado de hidratação, o tipo de exercício físico praticado e o consumo habitual da cafeína podem afetar o metabolismo da substância (DUTHEL et al., 1991; SINCLAIR; GEIGER, 2000; SPRIET, 1995).

Atletas e desportistas têm buscado frequentemente o consumo desta substância com o objetivo de aumentar a potência física e mental (ALVES, 2002). Seu uso já chegou até mesmo a ser proibido pelo Comitê Olímpico Internacional (COI). Contudo, devido à habituação e à dificuldade no controle de ingestão, a cafeína foi retirada da listagem do COI (MELLO; KUNZLER; FARAH, 2007).

O uso indiscriminado da cafeína pode acarretar complicações refletidas principalmente pelo Sistema Nervoso. As individualidades devem sempre ser consideradas ao estabelecer a dosagem da substância. O nutricionista se faz necessário em qualquer exercício físico praticado por ser o profissional que está mais indicado a adequar fatores a que o indivíduo está sujeito visando à efetividade do uso da cafeína.

2 HISTÓRICO DE UTILIZAÇÃO

Alguns estudos, como de Paula Filho e Rodrigues (1985) e Rogers (1985), sustentam a ideia de que a cafeína foi descoberta pelo homem paleolítico por utilização das plantas e, posteriormente, passou a ingeri-la através de bebidas. Outros sustentam que os efeitos da cafeína no sistema nervoso foram identificados primeiramente no café no ano 800 d.C. por um monge da Etiópia ao cuidar do seu rebanho de cabras. Este observou que quando suas cabras comiam grãos de café permaneciam em um estado de alerta e inquietação. Assim, ordenou a preparação da infusão da substância a todos os monges da abadia onde morava para que pudessem permanecer acordados em suas orações. A bebida acabou por ser difundida em todo o continente e ganhou maior popularidade no século XVII (WAHYNE, 2009).

Segundo Hulleman e Metz (1982), no mundo esportivo, a utilização da cafeína tornou-se evidente em 1879 por participantes da “corrida de seis dias”, que utilizaram diversos produtos estimulantes dentre eles a cafeína, objetivando suportar o grande esforço requerido. A substância foi incluída na lista de substâncias proibidas do Comitê Olímpico Internacional (COI) no início da década de 1980 com valor limítrofe de 15µg/mL de cafeína na urina para caso positivo de doping. Em 1984, membros da equipe de ciclismo dos Estados Unidos declararam fazer uso da substância para melhorar o desempenho atlético nos Jogos Olímpicos de Los Angeles (ROGER, 1985). Tal situação permitiu que o COI alterasse o valor limítrofe para 12µg/mL de cafeína na urina para caso positivo de doping, o que corresponde à ingestão de 5- 6 mg/kg ou 8 xícaras de chá de café 30 minutos antes do teste (ALVES, 2002). Em janeiro de 2004, a cafeína foi retirada da lista de substâncias proibidas e incluída junto a outras substâncias em um programa de monitoramento da Agência Mundial Antidoping (WADA) e mantém-se até os dias atuais (ALTIMARI, 2010; ANAD, 2013).

3 DESCRIÇÃO DA SUBSTÂNCIA

A cafeína é um composto químico lipossolúvel de fórmula $C_8H_{10}N_4O_2$, classificado como alcaloide designado quimicamente como 1,3,7-trimetilxantina pertencente ao grupo das xantinas, substâncias utilizadas com finalidade terapêutica e farmacológica. Deste grupo, também fazem parte a teofilina, a teína, o guaraná e a teobromina que se diferenciam pela ação no sistema nervoso (ALTERMANN et al., 2008; ALTIMARI et al., 2000). Afeta quase todos os sistemas no organismo e possui maior ação no Sistema Nervoso Central (AZEVEDO et al., 2004).

A substância pode ser encontrada nos grãos de café, nas folhas de chá, em chocolate e achocolatados, sementes de cacau, nozes de cola, guaraná e acrescentadas a alguns tipos de bebidas e medicamentos (ALTERMANN et al., 2008).

A TAB. 1 apresenta a concentração de cafeína em alguns alimentos e substâncias:

Tabela 1 – Concentração de cafeína em alimentos e outras substâncias

Substância	Quantidade de Cafeína	Quantidade em 100 ml
Café coado (xícara americana)	100 mg/180 ml	55,5 mg
Cafezinho ou dose no Brasil	27,7mg/50 ml	55,5 mg
Expresso	40 mg/30 ml	133,3 mg
Café instantâneo	70 mg/80 ml	85 mg
Café descafeinado	4 mg/180 ml	2,2 mg
Chá coado	40 mg/180 ml	22,2 mg
Chá instantâneo	30 mg/180 ml	16,6 mg
Refrigerante com cafeína	40 mg/360 ml	11,1 mg
Chocolate quente	7 mg/180 ml	3,8 mg
Leite achocolatado	4 mg/180 ml	2,2 mg
Chocolate amargo	30 mg/45 ml	66,6 mg
Chocolate ao leite	20 mg/45 ml	44,4 mg
Analgésico contendo cafeína	32–65 mg/comprimido	2 mg
Estimulantes	100–200 mg/comprimido	2 mg
Produtos de nutrição esportiva	100 mg/comprimido	2 mg
Energéticos	80 mg/250 ml	32 mg

Fonte: Adaptado de FREDHOLM et al, 1999; REID, 2005.

4 ADMINISTRAÇÃO E ABSORÇÃO

A administração da cafeína não se limita à via oral, mas também pode ser introduzida através de via intraperitoneal, subcutânea, intramuscular e, ainda, mediante supositórios. A substância é distribuída ao organismo através da corrente sanguínea, o que permite que sua ação atinja todos os tecidos, sendo posteriormente degradada e excretada pela urina (NABHOLZ, 2007).

A cafeína é uma substância bem absorvida por via oral, através do trato gastrointestinal, com 100% de biodisponibilidade (BRAGA; ALVES, 2000). Sua atuação em nível fisiológico é alcançada entre 15 a 45 minutos após sua ingestão com efeito máximo entre 30 a 60 minutos no Sistema Nervoso Central e pico plasmático máximo entre 30 a 120 minutos (FERREIRA; GUERRA; GUERRA, 2006).

Segundo Mumford et al. (1996), os níveis de absorção de cafeína são similares quando a ingestão ocorre por bebidas, cápsulas ou chocolate. Contudo, determinou-se possível variação de absorção devido à ocupação gástrica.

5 METABOLIZAÇÃO

A biotransformação da cafeína ocorre em maior proporção no fígado, local onde existe maior produção de citocromo P450 1A2, enzima responsável pela metabolização desta substância (KALOW; TANG, 1993).

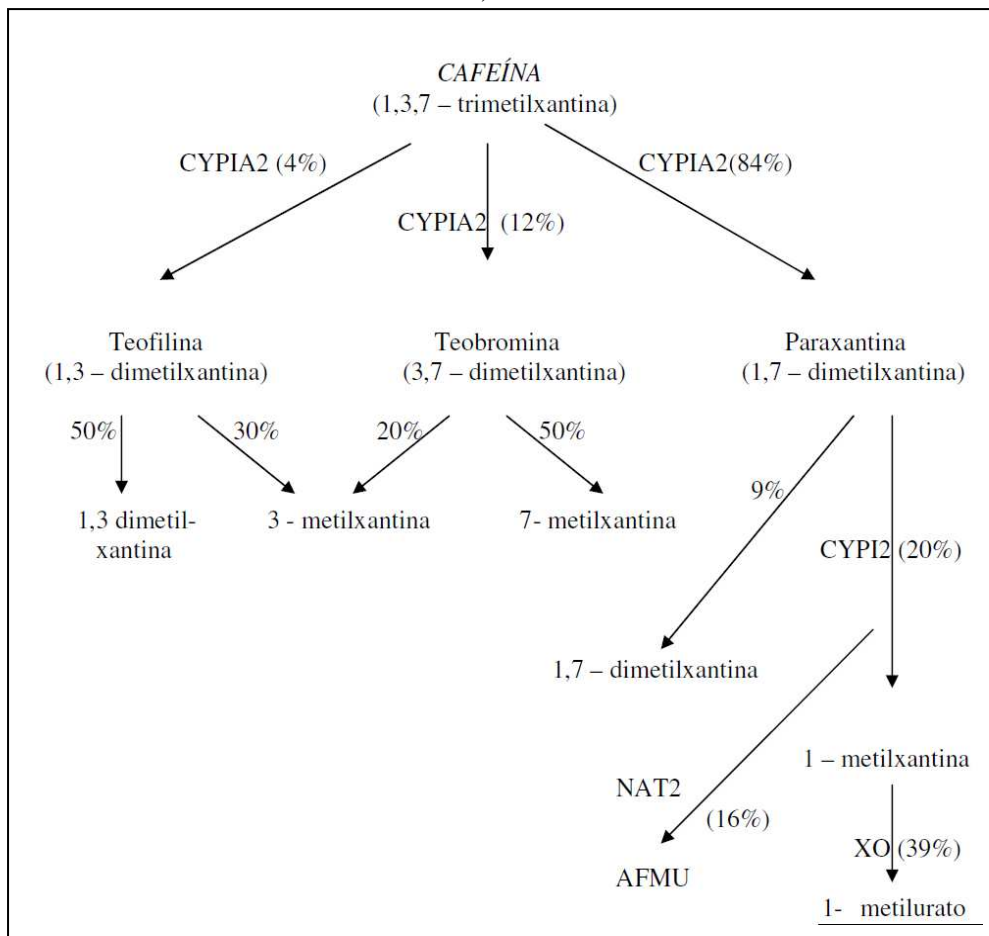
Inicialmente, ocorre a remoção dos grupos metil nas posições 1 e 7 através da catalisação pelo citocromo P450 1A2, o que possibilita a formação de três grupos metilxantinas conforme demonstra a figura 1. Através da mudança de posição do grupo metil 1,3,7, cerca de 84% da substância é metabolizada em paraxantina (1,7-dimetilxantina), 12% em teobromina (3,7-dimetilxantina) e 4% em teofilina (1,3-dimetilxantina). Os três metabólitos apresentam-se biologicamente ativos (ALTIMARI et al., 2001; NABHOLZ, 2007; SINCLAIR; GEIGER, 2000). Nabholz (2007) afirma ainda que o cérebro e o rim também participam desse processo atuando na produção do citocromo P450 1A2.

6 EXCREÇÃO

A excreção da cafeína é relativamente rápida, se comparada a outros estimulantes, como a metanfetamina, que seria em torno de 10 horas. Cerca de 3 a 6 horas as concentrações sanguíneas da cafeína já podem ser reduzidas à metade (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2011).

Apenas uma pequena quantidade da substância pode ser excretada (0,5 a 3%), entretanto sua detecção na urina é relativamente fácil (MELLO; KUNZLER; FARAH, 2007). Além de estarem presentes na urina, seus metabólitos podem estar contidos também na saliva, no esperma, no leite materno (ALTERMANN et al., 2008). Segundo Duthel (1991), durante a execução de exercícios intensos, as mulheres apresentam uma maior eliminação de cafeína que os homens, seja pela transpiração ou diurese.

Figura 1 – Metabolização da cafeína. Valores em percentuais. Os valores entre parênteses representam as quantidades metabolizadas de cada composto (CYP 1A2- citocromo P450; NAT2- N- acetiltransferase; XO- xantina oxidase; AFMU- 5- acetilamina- 6- formilamina- 3-metiluracil)



Fonte: MELLO; KUNZLER; FARAH, 2007, p. 31.

7 MECANISMO DE AÇÃO NO SISTEMA NERVOSO CENTRAL, MÚSCULO ESQUELÉTICO, SISTEMA RESPIRATÓRIO E CIRCULATÓRIO, MÚSCULO CARDÍACO E TECIDO ADIPOSO

A cafeína é capaz de ultrapassar a barreira hemato-cefálica e afeta a percepção subjetiva de esforço e a propagação dos sinais neurais entre cérebro e junção neuromuscular (ALTIMARI et al., 2001 *apud* SPRIET, 1995)¹.

A substância age como receptor antagonico de adenosina. Mcardle, Katch e Katch (2011) consideram que a adenosina exerce normalmente um efeito calmante sobre os neurônios do cérebro e da medula espinhal. Bloqueando a ação da adenosina, a cafeína acelera as atividades em nível neural, aumentando os níveis de Adenosina Monofosfato

¹ ALTIMARI, L. R. et al. Cafeína: ergogênico nutricional no esporte. *Revista brasileira de ciência e movimento*, Brasília, v. 9, n. 3, p. 57-64, 2001.

Cíclica (AMPC) por inibição da enzima fosfodiesterase, provocando respostas como: liberação de catecolaminas, aumento da pressão sanguínea, aumentos das secreções gástricas, lipólise, aumento da diurese e ativação do sistema nervoso simpático (ALTERMANN, 2008; AZEVEDO, 2004; BRAGA; ALVES, 2000; CAPUTO et al., 2012).

Kalmar e Cafarelli (2004) observaram um aumento em torno de 93% da excitabilidade cortical com o uso da cafeína. No entanto, o aumento constante da atividade neuronal não pode ser considerado como algo ideal, pois os neurônios necessitam descansar para trabalhar efetivamente.

No músculo esquelético, a cafeína aumenta a permeabilidade do retículo sarcoplasmático aos íons de cálcio permitindo a redução do limiar de excitabilidade e maior duração do período ativo da contração muscular. Este efeito está relacionado a uma maior concentração de cálcio intracelular e maior sensibilidade das miofibrilas (actina e miosina) ao cálcio (BRAGA; ALVES, 2000). Pagala e Taylor (1998) afirmam que as fibras musculares de contração lenta (vermelhas - tipo I) são mais sensíveis à ação da cafeína que as fibras musculares de contração rápida (brancas – tipo II), o que permite também um melhor desempenho em exercícios resistidos não apenas em exercícios aeróbios.

Para maior efetivação da contração muscular, a cafeína atua ainda na bomba de sódio/potássio (Na^+/K^+) mantendo as concentrações de potássio (K^+) altas no meio intracelular e baixas no meio extracelular, contribuindo para o retardo da fadiga (BRAGA; ALVES, 2000).

No sistema respiratório e circulatório, a cafeína age como vasodilatador estimulando a broncodilatação dos alvéolos proporcionando discreto aumento da frequência e da intensidade da respiração (SOARES; FONSECA, 2004/2005; SÖKMEN et al., 2008). Sökmen et al. (2008) relatam também aumento da filtração sanguínea através da dilatação dos vasos sanguíneos provocada pela ação da substância.

No músculo cardíaco, ocorre estimulação direta do miocárdio com aumento na força de contração e frequência cardíaca, aumento do rendimento cardíaco com modificações na frequência cardíaca (DÂMASO, 2001). Para usuários não habituais, o consumo de 250 mg de cafeína, equivalente a 2,5 xícaras de café, pode levar à taquicardia (SOARES; FONSECA, 2004/2005).

A cafeína atua sobre os tecidos adiposos vasculares e periféricos aumentando a oxidação de gorduras e reduzindo a oxidação de carboidratos através da mobilização de gorduras de seus depósitos, provocando assim a lipólise (ALTIMARI et al., 2001; SALDANHA, 2012).

O processo ocorre por meio do aumento na produção de catecolaminas na circulação, principalmente epinefrina, antagonizando os receptores de adenosina que inibem a mobilização de ácidos graxos (processo já descrito anteriormente) e aumentam a utilização de gordura muscular e reduzem a oxidação de carboidratos, permitindo a conservação de glicogênio hepático e muscular. Por este meio, a prática de exercício de resistência torna-se mais favorável e facilitada (ALTIMARI et al., 2000; SALDANHA, 2012).

8 EFEITOS SOBRE O DESEMPENHO

Segundo Altimari et al. (2000, p. 141-158):

as maiores dificuldades para interpretação dos resultados produzidos por esses estudos concentram-se nos diferentes delineamentos utilizados, nas diferentes doses de cafeína administradas, nas diferenças entre os protocolos experimentais que muitas vezes combinam exercícios predominantemente aeróbios e anaeróbios, na falta de uma maior rigidez metodológica no controle de variáveis supostamente envolvidas no processo, dentre outras.

Os efeitos da substância têm sido mais notáveis em indivíduos submetidos a testes até a exaustão e em exercícios com características contínuas (ciclismo, natação, remo) e de curta duração (menor que 5 minutos) (PEREIRA et al., 2011). Altimari et al. (2006) corroboraram afirmando que a cafeína parece melhorar significativamente o desempenho em exercícios máximos de curta duração quando não precedidos por exercícios submáximos prolongados. O efeito é confirmado por Jackman et al (1996) que sustenta que a ingestão de cafeína pode resultar em aumento da resistência muscular durante exercícios físicos intensos que levem à fadiga em até cinco minutos. Contudo, Greer, MacLean e Graham (1998) não encontraram qualquer efeito ergogênico na potência máxima em exercício máximo de curta duração que pudesse ser atribuído ao uso de cafeína.

Em exercício físico com duração de duas horas, Ivy et al. (1979) verificaram aumento de 20% da quantidade total de trabalho produzido. Similarmente, em exercício de duração de 30 minutos com aumento progressivo de intensidade obteve-se um aumento de 12,6% da produção de trabalho total após a ingestão de cafeína (COLE et al., 1996).

Em corrida prolongada de alta intensidade, Sasaki et al. (1987) constataram aumento de cerca de 35% no desempenho físico. Da mesma forma, Trice e Haymes (1995) observaram em corrida intermitente, também sobre alta intensidade, um aumento de 29% no tempo de exaustão após a ingestão de cafeína.

Graham e Spriet (1995) notaram um aumento significante no tempo de corrida (cerca de 10 minutos) com a ingestão de doses de 3 e 6 mg/kg de peso corporal. Com a ingestão de 9

mg, notaram um aumento no tempo de resistência de 44% na corrida e de 51% no ciclismo (GRAHAM; SPRIET, 1991). Também em ciclistas, Costill, Dalsky e Fink (1978) observaram um aumento de aproximadamente 21 minutos no tempo de desempenho até a exaustão. Já Collomp et al. (1990) não encontraram diferenças significantes no tempo de desempenho até a exaustão, após a administração de cafeína.

Um estudo de Pereira et al. (2011) em teste de *sprint* repetidos à ingestão de cafeína não foi capaz de melhorar o desempenho de atletas. Entretanto, Glaister et al. (2008), em estudo similar, notaram redução no tempo para realização dos primeiros *sprints* e aumento na velocidade de indivíduos fisicamente ativos após a ingestão de cafeína.

Wyss et al. (1986), após a administração de cafeína, notaram aumento significativo na potência (6,0%) e na capacidade anaeróbia (15,7%). Da mesma forma, após suplementação com a substância, Anselme et al. (1992) observaram melhora de 7% na potência anaeróbia máxima durante exercício supramáximo de carga progressiva.

Pinto e Tarnopolsky (1997), após a ingestão de cafeína perceberam aumento significativo na força de contração máxima tanto em homens quanto em mulheres. Ressalta-se ainda que as mulheres apresentaram maior resistência à fadiga muscular nesse estudo.

9 EFEITOS COLATERAIS

Os consumidores que utilizam a substância em excesso e os que possuem maior sensibilidade, estão mais vulneráveis aos seus efeitos. Dentre estes, podem-se citar: insônia, nervosismo, irritabilidade, dependência, ansiedade, taquicardia, sensação de zumbido no ouvido, distúrbios visuais parecendo faíscas no ar, dores de cabeça, cansaço, incapacidade de concentração (causada também por interrupção repentina da substância), prejuízo na memória, tensão muscular crônica (tremor, trepidez e palpitações), náuseas e desconforto gastrointestinal, podendo este último ser agravado caso o indivíduo já apresente tendência para úlcera ou gastrite, devido ao aumento da secreção gástrica provocada pela substância. Em alguns casos, pode resultar até mesmo em sangramento gastrointestinal (ALTIMARI et al., 2001; ALTIMARI et al., 2005; ALTERMANN et al., 2008; MAUGHAN; BURKE, 2004).

A cafeína pode causar ainda outros efeitos como aumento da temperatura corporal por seu efeito termogênico. Ocorre um aumento da produção de calor em repouso vindo a prejudicar o desempenho de esportistas em exercícios realizados sobre alta temperatura (RYAN, 1999). Em razão da inibição do hormônio antidiurético (ADH), a cafeína aumenta a diurese resultando no balanço eletrolítico negativo com potencialização da excreção de cálcio e magnésio da urina (GRAHAM, 2001). Como consequência, pode ocorrer a desidratação

durante uma competição prejudicando o desempenho do participante (TARNOPOLSKY, 1993). Maughan e Burke (2004), Garrett e Kinkendall (2003) deduziram ainda maior propensão ao desenvolvimento de câncer de bexiga com a utilização excessiva da cafeína.

10 DOSAGEM

Há uma variação na sensibilidade de cada indivíduo à cafeína, o que pode variar de 1 a 15 mg/kg de massa corporal. Entretanto, nem sempre uma maior dosagem produzirá maior efeito ergogênico. Doses de 3 a 6 mg/kg apresentaram resultados satisfatórios em diversos estudos e doses maiores podem não promover maior efeito no desempenho (RAGUSO et al., 1996). Em um estudo de Graham e Spriet (1995), indivíduos ingeriram cápsulas de cafeína de 3, 6 e 9 mg/kg antes de exercício de corrida feito até a exaustão voluntária. Observou-se que a concentração plasmática de cafeína aumentou a cada dose. No entanto, seu principal metabólito, a paraxantina, não aumentou entre as doses 6 a 9 mg/kg demonstrando que o metabolismo hepático da cafeína estava saturado.

Com relação à fadiga muscular, Davis et al. (2003) afirmam que a ingestão de 3 a 9 mg/kg de massa corporal aumenta em 20% a 50% o tempo para atingir a fadiga em exercícios de *endurance*.

Para que a eficácia da cafeína seja acentuada, sugere-se abstinência da substância de quatro a sete dias, seguida da ingestão de 3 a 4 horas antes do exercício. Entretanto, indivíduos que fazem uso frequente da substância podem desenvolver sintomas como cefaleia, irritabilidade e letargia com a interrupção do uso (GOSTON, 2011; MAUGHAN, 2004).

A dose letal de cafeína para indivíduos de 70 quilos é de cerca de 10g, o equivalente a 142 mg/kg de massa corporal (JAMES, 1997).

11 INGESTÃO

Diversas bibliografias consideram o melhor horário para ingestão para melhora da *performance* em torno de 60 minutos antes do exercício. O efeito ergogênico está relacionado diretamente com a concentração da substância no sangue. Apesar de a cafeína possuir meia-vida de 4 a 6 horas permitindo que altas doses continuem presentes no sangue por mais de 3 ou 4 horas após a ingestão, em 1 hora a droga atinge seu pico plasmático provocando melhor desempenho no exercício (FREDHOLM et al., 1999; YEO et al., 2005).

Graham, Hibbert e Sathasivam (1998), em investigação em exercício de *endurance*, notaram que o consumo de cafeína em cápsulas (pura) exerce maior efeito ergogênico em comparação ao consumo no café. O motivo seria que a infusão da bebida pode apresentar substâncias que inibem os efeitos da cafeína.

A associação de carboidrato e cafeína durante ou após o exercício aumenta a disponibilidade de glicose plasmática e de ressíntese de glicogênio muscular pós-exercício provocando melhora do desempenho e redução da percepção subjetiva de esforço (ROBERTS et al., 2010; YEO et al., 2005) em pesquisa em grupo que ingeriu durante o exercício apenas carboidrato e outro que ingeriu carboidrato junto à cafeína observaram aumento da taxa de oxidação de carboidrato exógeno devido à maior absorção intestinal de glicose pelo uso da cafeína. Como principal consequência, notou-se retardo da fadiga e aumento de *performance*.

O consumo de creatina junto à cafeína atrapalha as concentrações de creatina no músculo anulando seu efeito ergogênico no aumento de força. Vandenberghe et al. (1996) realizou estudo na proporção de 0,5 mg/kg de creatina para 5 mg/kg de cafeína determinando que a ingestão de 400mg de cafeína (cerca de 3,5 xícaras de café) já permite a perda do efeito ergogênico da creatina.

A habituação é atingida com o consumo diário superior a 100 mg da cafeína, ou seja, cerca de 2,5 xícaras de café, conforme a TAB. 2. Esta permite neutralizar as respostas metabólicas desencadeadas pela substância eliminando seu efeito ergogênico. Portanto, consumidores de cerca de 50 mg/dia de cafeína conseguem experimentar melhora do desempenho mais eficiente em exercícios físico. (GOSTON, 2011; SIMÕES; CAMPBELL, 1998).

Tabela 2 – Classificação do usuário da cafeína em relação à ingestão de substância

Quantidade de cafeína (mg/dia)	Possibilidade de habituação	Tipo de usuário
> 720	Sim	Usuário intencional
450 - 720	Sim	Usuário moderado
120 - 150	Sim	Usuário habitual
30 - 100	Não	Usuário não habitual
< 20	Não	Não usuário

Fonte: Adaptado de DANIELS et al., 1998; GRAHAM; SPRIET, 1991; VAN SOEREN et al., 1993 *apud* ALTIMARI, 2001.

12 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os registros de utilização da cafeína para melhora de *performance* no exercício físico iniciaram há cerca de três décadas. Conforme apresentado, a cafeína apresenta-se como um

eficiente recurso ergogênico para melhora de desempenho e diminuição da sensação de fadiga, promovendo maior rendimento durante o exercício. Resultados que não comprovam melhora de desempenho podem estar relacionados à falta de padronização entre os estudos, como dieta, idade, sexo, habituação, alimentação pré-exercício, tipo e intensidade do exercício e condicionamento físico diferenciados.

A ingestão de 3 a 6 mg/kg de massa corporal promove melhor efeito ergogênico, sendo que a ingestão de superdoses ou sensibilidade à substância pode produzir efeitos colaterais. A utilização combinada ao carboidrato durante e após o exercício permite sua melhor ação, entretanto associada à creatina esta última perde seu potencial. O consumo diário a partir de 100 mg atinge habituação à substância diminuindo seu efeito ergogênico. Para que esse quadro seja revertido, é necessário que o indivíduo abstenha-se de 4 a 7 dias da substância.

Os principais mecanismos de ação para sua efetivação ocorrem por meio de vários mecanismos, dentre os quais: estimulação do sistema nervoso central; maior permeabilidade de íons Ca^+ ao retículo sarcoplasmático; aumento das concentrações de K^+ no meio intracelular; mobilização de ácidos graxos e conseqüente oxidação.

Tendo em vista que em uma corrida a diferença entre o primeiro e o segundo colocado é menor que 1%, a utilização da cafeína como ergogênico nutricional pode definir o vencedor de uma competição (CAPUTO, 2012). Cabe ao nutricionista, no exercício de suas atribuições na área de nutrição em esportes, conhecer muito bem as propriedades provenientes dos suplementos alimentares usados como ergogênicos nutricionais, bem como as individualidades e premissas para a prescrição destes.

REFERÊNCIAS

- ALTERMANN, A. M. et al. A influência da cafeína como recurso ergogênico no exercício físico: sua ação e efeitos colaterais. **Revista brasileira de nutrição esportiva**, São Paulo, v. 2, n. 10, p. 225-239, jul./ago. 2008.
- ALTIMARI, L. R. et al. Cafeína e performance em exercícios anaeróbios. **Revista brasileira de ciências farmacêuticas**, São Paulo, v. 42, n. 1, jan./mar. 2006.
- ALTIMARI, L. R. et al. Cafeína: ergogênico nutricional no esporte. **Revista brasileira de ciência e movimento**, Brasília, v. 9, n. 3, p. 57-64, 2001.
- ALTIMARI, L. R. et al. Efeito ergogênico da cafeína na performance em exercícios de média e longa duração. **Revista portuguesa de ciências do desporto**, Portugal, v. 5, n. 1, p. 87-101, 2005.

- ALTIMARI, L. R. Ingestão de cafeína como estratégia ergogênica no esporte: substância proibida ou permitida? "Carta ao Editor". **Revista brasileira de medicina do esporte**, v. 16, n. 4, jul./ago. 2010.
- ALTIMARI, L. R. et al. Efeitos ergogênicos da cafeína sobre o desempenho físico. **Physics education**, v. 14, n. 2, p. 141-158, 2000.
- ALVES, L. A. Recursos ergogênicos nutricionais. **Revista mineira de educação física**, Viçosa, v. 10, n. 1, p. 23-50, 2002.
- ANAD - Agencia Anti-doping. **Lista de substâncias e métodos proibidos**. Disponível em: <http://www.cbat.org.br/conad/lista_proibida.pdf>. Acesso em: 20 maio 2013.
- ANSELME, F. et al. Caffeine increases maximal anaerobic power and blood lactate concentration. **European journal of applied physiology**, v. 65, n. 2, p. 188- 191, 1992.
- AZEVEDO, R. F. et al. Efeitos ergogênicos da cafeína no teste de 3.200 metros. **Fitness & performance journal**, v. 3, n. 4, p. 225-230, 2004.
- BARROS NETO, T. L. A controvérsia dos agentes ergogênicos: estamos subestimando os efeitos naturais da atividade física? **Arquivos brasileiros de endocrinologia & metabologia**, v. 45, n. 2, p. 121-122, abr. 2001.
- BRAGA, L. C.; ALVES, M. P. A cafeína como recurso ergogênico nos exercícios de endurance. **Revista brasileira de ciência e movimento**, Brasília, v. 8, n. 3, p. 33-37, jun. 2000.
- CAPUTO, F. et al. Cafeína e desempenho anaeróbio. **Revista brasileira de cineantropometria e desempenho humano**, v. 14, n. 5, p. 602-614, abr. 2012.
- COLE, K. J. et al. Effects of caffeine ingestion on perception of effort and subsequent work production. **International journal of sport nutrition**, v. 6, n. 2, p. 14-23, 1996.
- COLLOMP, K. et al. Effect of acute or chronic administration of caffeine on performance and on catecholamines during maximal cycle ergometer exercise. **Comptes rendus des seances de la societe de biologie et de ses filiales**, v. 184, n. 1, p. 87-92, 1990.
- COSTILL, D. L.; DALSKY, G.; FINK, W. Effects of caffeine ingestion on metabolism and exercise performance. **Medicine & science in sports and exercise**, v. 10, n. 3, p. 155-158, 1978.
- DAMASO, A. **Nutrição e exercício na prevenção de doenças**. Rio de Janeiro: Medsi, 2001.
- DAVIS, J. M. et al. Central nervous system effects of caffeine and adenosine on fatigue. **American journal of physiology regulatory integrative and comparative physiology**, v. 284, p. 399-404, 2003.
- DUTHEL, J. M. et al. Caffeine and sport: role of physical exercise. **Medicine & science in sports and exercise**, v. 23, n. 8, p. 980-985, 1991.

FERREIRA, G. M. H.; GUERRA, G. C. B.; GUERRA, R. O. Efeitos da cafeína na percepção do esforço, temperatura, peso corporal e frequência cardíaca de ciclistas sob condições de stress térmico. **Revista brasileira de ciência do movimento**, v. 14, n. 2, p. 33-40, 2006.

FREDHOLM, B. B. et al. Actions of caffeine in the brain with special reference to factors that contribute to its widespread use. **Pharmacological Reviews**, v. 51, p. 83-133, 1999.

GARRETT, J. R.; WILLIAM, E.; KIRKENDALL, D. T. **A ciência do exercício e dos esportes**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

GLAISTER M. et al. Caffeine supplementation and multiple sprint running performance. **Medicine & science in sports and exercise**, v. 40, n. 18, p. 35-40, 2008.

GOSTON, J. L. Recursos ergogênicos nutricionais: atualização sobre a cafeína no esporte. **Revista nutrição em pauta**, Belo Horizonte, nov./dez. 2011.

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

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, 1998.

GRAHAM, T. E.; SPRIET, L. L. Performance and metabolic responses to a high caffeine dose during prolonged exercise. **Journal applied physiology**, v. 71, p. 2292-2298, 1991.

GRAHAM, T. E.; SPRIET, L. L. Metabolic, catecholamine, and exercise performance responses to various doses of caffeine. **Journal applied physiology**, v. 78, n. 3, p. 867-874, 1995.

GREER, F.; McLEAN, C.; GRAHAM, T. E. Caffeine, performance and metabolism during repeated Wingate exercise tests. **Journal of applied physiology**, v. 85, n. 4, p. 1502-1508, 1998.

HULLEMANN, K. D.; METZ, J. Doping. In: _____. **Medicina esportiva: clínica e prática**. São Paulo: Edusp, 1982. p. 213-235.

IVY, J. L. et al. Influence of caffeine and carbohydrate feedings on endurance performance. **Medicine & science in sports and exercise**, v. 11, n. 1, p. 6-11, 1979.

JACKMAN, M. et al. Metabolic, catecholamine, and endurance responses to caffeine during intense exercise. **Journal of applied physiology**, v. 81, n. 4, p. 1658-1663, 1996.

JAMES, J. E. **Understanding caffeine: a biobehavioral analysis**. London: Sage, 1997.

KALMAR J. M.; CAFARELLI, E. Central fatigue and transcranial magnetic stimulation: effect of caffeine and the confound of peripheral transmission failure. **Journal of neuroscience methods**, v. 30, n. 138, p. 15-26, 2004.

KALOW, W.; TANG, B. K. The use of caffeine for enzymatic assays: a critical appraisal. **Clinical pharmacology & therapeutics**, v. 53, n. 5, p. 503-514, 1993.

MAUGHAN, R. J.; BURKE, L. M. **Nutrição esportiva**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

MELLO, D.; KUNZLER, D. K.; FARAH, M. A cafeína e seu efeito ergogênico. **Revista brasileira de nutrição esportiva**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 30-37, mar./abr. 2007.

MUMFORD, G. K. et al. Absorption rate of methylxantines following capsules, cola and chocolate. **European journal of clinical pharmacology**, v. 51, n. 3-4, p. 319-325, 1996.

NABHOLZ, T. V. **Nutrição esportiva: aspectos relacionados à suplementação nutricional**. São Paulo: Sarvier, 2007.

PAGALA, M. K.; TAYLOR, S. R. Imaging caffeine induced Ca^{2+} transients in individual fast-twitch and slow-twitch rat skeletal muscle fibers. **American journal of physiology**, v. 274, n. 3, p. 623-632, 1998.

PATON, C. D.; HOPKINS, W. G.; VOLLEBREGT, L. Little effect of caffeine ingestion on repeated sprints in team sport athletes. **Medicine & science in sports and exercise**, v. 33, n. 5, p. 822- 825, 2001.

PAULA FILHO, U.; RODRIGUES, L. O. C. Estudo do efeito da cafeína em diferentes níveis de exercício. **Revista brasileira de ciências do esporte**, v. 6, n. 2, p. 139-146, 1985.

PEREIRA, L. A. et al. A cafeína melhora o desempenho em teste de sprints repetidos em jovens jogadores de futebol? **Revista andaluza de medicina del deporte**, v. 4, n. 3, p. 109-113, 2011.

PINTO, S.; TARNOPOLSKY, M. Neuromuscular effects of caffeine in males and females. **Canadian journal of applied physiology**, v. 22, p. S48, 1997.

RAGUSO, C. A. et al. Effect of theophylline on substrate metabolism during exercise. **Metabolism**, v. 45, p. 1153-1160, 1996.

REID, T. What's the buzz? **National Geographic**, Jan. 2005.

ROBERTS, S. P. et al. Effects of carbohydrate and caffeine ingestion on performance during a Rugby Union Simulation Protocol. **Journal of sports sciences**, v. 28, n. 8, p. 833-842, 2010.

ROGERS, C. C. Caffeine. **Sports medicine**, v. 13, n. 3, p. 38-40, 1985.

RYAN, M. **Complete guide to sports nutrition**. [S. l.]: Velo Press, 1999.

SALDANHA, L. A. **Efeitos da ingestão de cafeína, café (*Coffea arabica*) e chá-mate (*Ilex paraguariensis*) sobre a atividade lipolítica do tecido adiposo e parâmetros metabólicos em ratos submetidos ao exercício físico**. 2012. Tese (Doutorado)-Faculdade de Saúde Pública-Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SASAKI, H. et al. Effect of caffeine ingestion on performance of prolonged strenuous running. **International journal of sports medicine**, v. 8, n. 4, p. 261-5, 1987.

SIMÕES, H. G.; CAMPBELL, C. S. G. Recursos ergogênicos: suplementação de carboidratos, líquidos, monodrato de creatina, aminoácidos ramificados e cafeína. **Treinamento desportivo**, v. 3, n. 2, p. 52-61, 1998.

SINCLAIR, C. J. D.; GEIGER, J. D. Caffeine use in sport: a pharmacological review. **The journal of sports medicine and physical fitness**, v. 40, n. 1, p. 71-79, 2000.

SOARES, A. I. S. M.; FONSECA, B. M. R. **Cafeína**. Faculdade de Farmácia, 2004/2005. Disponível em: <<http://www.ff.up.pt/toxicologia/monografias/ano0405/Cafeina/cafeina.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2013.

SÖKMEN, B. et al. Caffeine use in sports: considerations for the athlete. **Journal of strength and conditioning research**, v. 22, n. 3, p. 978-986, 2008.

SPRIET, L. L. Caffeine and performance. **International journal of sport nutrition**, v. 5, n. 1, p. 84-89, 1995.

TARNOPOLSKY, M. A. Protein, caffeine and sports. **The physician and sports medicine**, v. 21, n. 3, p. 137-147, 1993.

TRICE, I.; HAYMES, E. M. Effects of caffeine ingestion on exercise induced changes during high-intensity, intermittent exercise. **International journal of sport nutrition**, v. 5, p. 37-44, 1995.

VANDENBERGHE, K. et al. Caffeine counteracts the ergogenic action of muscle creatine loading. **Journal of applied physiology**, v. 80, p. 452-457, 1996.

WAHYNE, T. F. Una taza de café y otras terapias alternativas en medicina clínica. **Revista costarricense de cardiologia**, v. 11, n. 2, p. 41-46, jul./dic. 2009.

WEIR, J. et al. A high carbohydrate diet negates the metabolic effects of caffeine during exercise. **Medicine & science in sports and exercise**, v. 19, n. 2, p. 100-105, 1987.

WYSS, V. et al. Influenza di prodotti caffeinici sulla potenza e sulla capacità anaerobiche in soggetti giovani. **Medicina dello sport**, v. 39, n. 3, p. 467-476, 1986.

YEO, S. E. et al. Caffeine increases exogenous carbohydrate oxidation during exercise. **Journal of applied physiology**, v. 99, p. 844-850, 2005.