

Cafeína: ergogênico nutricional no esporte

Caffeine: nutritional ergogenic in Sports

Leandro Ricardo Altimari¹, Edilson Serpeloni
Cyrino², Sérgio Miguel Zucas³, Alexandre
Hideki Okano¹, Roberto Carlos Burini¹

Resumo

[1] Altimari, L.R.; Cyrino, E.S.; Zucas, S.M.; Okano, A.H.; Burini, R.C. Cafeína: ergogênico nutricional no esporte. Rev. Bras. Ciên. e Mov. 9 (3): 57-64, 2001.

A cafeína é uma substância pertencente ao grupo das metilxantinas (1,3,7 trimetilxantina) que tem sido utilizada por esportistas com a finalidade de melhoria do desempenho físico. Seu potencial ergogênico vem sendo testado em exercícios físicos de diferentes naturezas. Acredita-se que a cafeína possua mecanismos de ação central e periférica, capazes de excitar ou restaurar as funções cerebrais e bulbares, além de desencadear importantes alterações metabólicas e fisiológicas as quais melhorariam o desempenho atlético. Embora os resultados encontrados em vários estudos sejam muito promissores, ainda existem muitas controvérsias com relação as diferentes dosagens de cafeína empregadas, o tipo de exercício físico utilizado, além do estado nutricional, nível de aptidão física e de tolerância à cafeína (habituação ou não à cafeína), dos sujeitos envolvidos nessas investigações. Apesar da falta de consenso entre os pesquisadores sobre a efetividade do uso de cafeína para a otimização do rendimento físico, inúmeros atletas têm utilizado essa substância, contudo, sem os cuidados necessários, o que pode contribuir para o aparecimento de efeitos colaterais indesejáveis, colocando em risco, principalmente, a integridade física desses indivíduos.

PALAVRAS-CHAVE: cafeína, desempenho atlético, exercício físico, agente ergogênico.

Abstract

[2] Altimari, L.R.; Cyrino, E.S.; Zucas, S.M.; Okano, A.H.; Burini, R.C. Caffeine: nutritional ergogenic in sport. Rev. Bras. Ciên. e Mov. 9 (3): 57-64, 2001.

Caffeine is a substance from the group of methylxantines (1,3,7 trimethylxantine) which has been used by athletes with the intention of improving physical performance. Its ergogenic potential has been tested in physical exercises of diverse natures. Caffeine is believed to have mechanisms of central and peripheral action which is able to excite or restore cerebral and bulbar functions and also to trigger important metabolic and physiological alterations which would improve athletic performance. In spite of the promising results found in several studies, there is still some controversy in relation to the different dosages of caffeine, the type of physical exercise and the nutritional status, level of physical fitness and tolerance to caffeine (habits of caffeine ingestion), of all the subjects under investigation. Despite the lack of consensus among the researchers on the effectiveness of caffeine to optimize physical performance, a great number of athletes have been using this substance, but not with the required care, which can contribute to the onset of non desirable side -effects and risking their physical integrity.

KEYWORDS: caffeine, athletic performance, physical exercise, ergogenic aid.

1 Centro de Metabolismo e Nutrição - FM.UNESP/Botucatu

2 Centro de Educação Física e Desportos - Universidade Estadual de Londrina

3 Escola de Educação Física e Esportes - Universidade de São Paulo

Endereço para correspondência:

Leandro Ricardo Altimari

Rua Professor Samuel Moura, 328 Apto 1604

CEP 86061-060

Londrina/PR

Fone: (0XX43) 3275898

E-mail: emcyrino@sercomtel.com.br

Introdução

Atualmente a possível eficiência ergogênica de inúmeros recursos em aprimorar o desempenho físico em diferentes tipos de exercícios físicos tem sido amplamente estudada (33).

Nesse sentido, a utilização de alguns suplementos nutricionais com potencial ergogênico tem-se mostrado eficiente por protelar o aparecimento da fadiga e aumentar o poder contrátil do músculo esquelético e/ou cardíaco, otimizando, portanto, a capacidade de realizar trabalho físico, ou seja, o desempenho físico (2,5,37).

A cafeína, embora não apresente qualquer valor nutricional tem sido considerada um ergogênico natural por estar presente em vários produtos alimentícios comercializados e consumidos diariamente (31).

Desse modo, a cafeína tem sido utilizada com grande frequência, particularmente por atletas, como substância ergogênica, previamente à realização de exercícios físicos, com o intuito de postergar a fadiga e conseqüentemente aprimorar o desempenho atlético (1,3,30).

O propósito desta revisão é analisar o potencial ergogênico da cafeína, destacando os possíveis mecanismos de ação e sua relação com o desempenho físico.

Origem e descrição

Acredita-se que a cafeína tenha sido descoberta pelo homem na era paleolítica sob diversas formas de bebidas (24).

Atualmente a cafeína pode ser encontrada em vários alimentos populares, bebidas e refrigerantes, consumidos cotidianamente (**Figura 1**) (31,38).

Figura 1: Conteúdo de cafeína em alimentos populares, bebidas, refrigerantes e energéticos (adaptado de Slavin & Joensen. *Caffeine and sport performance. The Physician and Sports Medicine*, 13:191-193, 1995).

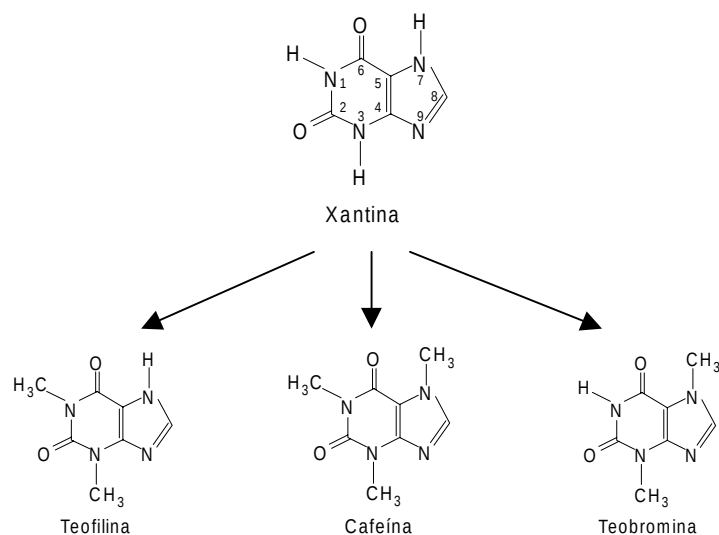
Cafeína em Alimentos e Bebidas

Café (xícara de 150 ml)	Cafeína (mg)	Produtos com Chá	Cafeína (mg)
De máquina	110-150	Chá instantâneo	12-28
De coador	64-124	(xícara de 150 ml)	
Instantâneo	40-108	Chá gelado	22-36
Descafeinado instantâneo	2-5	(xícara de 350 ml)	
Descafeinado	2		
Chá (Granel ou Saquinhos - xícara de 150 ml)		Chocolate	
Infusão de um minuto	9-33	Feito a partir de mistura	6
Infusão de três minutos	20-46	Chocolate ao leite (28g)	6
Infusão de cinco minutos	20-50	Chocolate de conf. (28g)	35
Refrigerantes	Cafeína mg/350 ml	Energéticos	Cafeína mg/250 ml
Coca-Cola	46	Flash Power	80
Diet Coke	46	Flying Horse	80
Pepsi Cola	38,4	Dynamite	80
Diet Pepsi	36	Red Bull	80
Pepsi Light	36	On Line	80
Melo Yello	36	Blue Energy Xtreme	80

Segundo HULLEMANN & METZ (18), a utilização da cafeína no mundo esportivo tornou-se evidente a partir da metade do século XIX, mais especificamente na primeira edição da “corrida de seis dias”, em 1879, quando os participantes de diversas nacionalidades utilizaram-se de diversos produtos estimulantes dentre os quais compostos à base desta substância, a fim de suportar o grande esforço requerido.

Quimicamente, a cafeína pertence ao grupo das trimetilxantinas, as quais costumam ser designadas derivados da xantina. Desse grupo também fazem parte a teofilina, a teína, o guaraná e a teobromina (**Figura 2**). As metilxantinas são alcalóides estreitamente relacionados quimicamente que se diferenciam pela potência na ação estimulante sobre o sistema nervoso central (SNC) (27).

Figura 2. Fórmulas estruturais da xantina e de seus três derivados naturais (adaptado de Rang & Dale, 1996).



Assim, a cafeína (1,3,7 trimetilxantina) é uma substância capaz de excitar ou restaurar as funções cerebrais e bulbares, sem contudo ser considerada uma droga terapêutica, sendo comumente utilizada e livremente comercializada, por apresentar uma baixa capacidade de indução à dependência (27).

Administração e absorção

A administração de cafeína pode ser feita de diversas formas dentre as quais destacam-se as vias intraperitoneal, subcutânea ou intramuscular. Administra-se também mediante supositórios e via oral, sendo esta última a mais utilizada e aceita pela sua fácil aplicabilidade (30,35). Sua ação pode atingir todos os tecidos, pois a sua distribuição pelo organismo é feita pela corrente sanguínea, sendo posteriormente degradada, na forma de co-produtos, e excretada pela urina (4,31).

A cafeína é uma substância absorvida de modo rápido e eficiente, via administração oral, através do trato gastrointestinal com aproximadamente 100% de

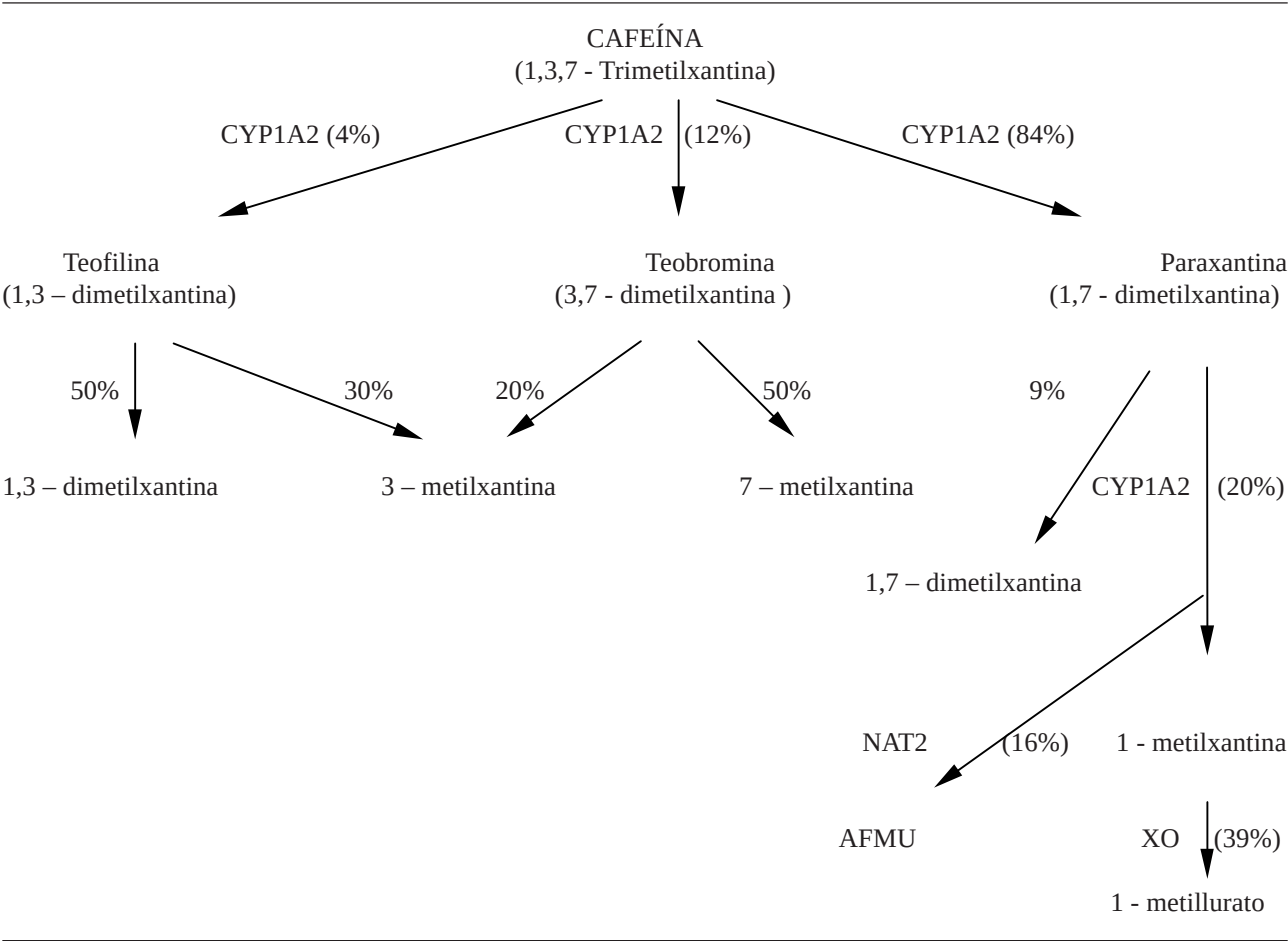
biodisponibilidade, alcançando um pico de concentração máxima na corrente sanguínea após 15 a 120 minutos de sua ingestão (30).

Segundo MUMFORD et al. (23), os níveis de absorção de cafeína são similares quando da ingestão oral de bebidas, cápsulas ou barras de chocolate. Entretanto uma possível variação na velocidade de absorção pode ser determinada principalmente pela ocupação gástrica (30).

Metabolização e excreção

A metabolização da cafeína ocorre no fígado, iniciando pela remoção dos grupos metila 1 e 7, sendo essa reação catalizada pelo citocromo P450 1A2, o que possibilita a formação de três grupos metilxantina (**Figura 3**) (21). Em humanos, a maior parte dessa metabolização (84%) se processa na forma de paraxantina (1,7-dimetilxantina), seguida de teofilina (1,3-dimetilxantina) e de teobromina (3,7-dimetilxantina), por meio da mudança na posição do grupos metila 1,3,7 (21). Esses três metabólitos têm si mostrado ativos biologicamente (30).

Figura 3: Metabolismo da cafeína em humanos. Os valores expressos, em termos percentuais, entre parênteses representam as quantidades metabolizadas de cada composto (CYP 1A2 – citocromo P450; NAT2 – N-acetiltransferase; XO – xantina oxidase; AFMU – 5-acetillamina-6-formilamina-3-metiluracil) (adaptado de Sinclair & Geiger, 2000)



Embora a maior parte da metabolização da cafeína ocorra no fígado, outros tecidos, incluindo o cérebro e os rins, desempenham papel importante na produção de citocromo P450 1A2, e conseqüentemente, no metabolismo da cafeína (13).

Apesar de apenas uma pequena quantidade de cafeína ser excretada (0,5 a 3%), sem alteração na sua constituição química, sua detecção na urina é relativamente fácil (4).

Para as mulheres, a proporção de excreção de cafeína é particularmente importante, porque durante a execução de exercícios intensos as mulheres apresentam uma maior eliminação de cafeína do que os homens (8).

A quantidade de cafeína pode variar nos produtos alimentícios. Assim, a **tabela 1** apresenta as quantidades de cafeína presentes em alguns produtos comerciais e as respectivas concentrações excretadas pela urina.

Tabela 1: Concentração de cafeína em produtos comerciais e o seu respectivo nível de excreção

Produto	Quantidade (mg)	Excreção após 2-3 hs (mg/ml)
1 Copo de café (240 ml)	100,0 (*)	1,50
Chá instantâneo (150 ml)	28,0 (*)	0,42
Chá natural preparado (150 ml)	20,0 - 110,0	0,30 - 1,60
1 lata de Coca Cola, Coca Diet (330 ml)	45,6	0,68
1 lata de Pepsi, Pepsi Diet (330 ml)	36,0	0,54
Milk shake de chocolate (30 g)	6,0	0,08
Chocolate amargo - barra (30 g)	20,0	0,30
Chocolate em Pó (30 g)	26,0	0,40

Adaptado de Allen & Hanburys (Athletic drug reference, 1992 edition. In: Rosenberg, J.M.; Fuentes, R.J. & Davis, A., eds. Durham: Clean Data Inc., 1993, p.25.)

(*) Teor médio, está na dependência do modo de preparo.

Vale ressaltar que alguns fatores como a genética, a dieta, o uso de algumas drogas, o sexo, o peso corporal, o estado de hidratação, o tipo de exercício físico praticado, o consumo habitual de cafeína, podem afetar o metabolismo da cafeína e, conseqüentemente, influenciar na quantidade de cafeína total excretada pela urina (8,30,31).

Habituação

Os efeitos farmacológicos do uso constante de cafeína incluem desde o aumento na concentração plasmáti-

ca de ácidos graxos livres e de catecolaminas, até efeitos psicomotores, tanto em homens como em animais (17).

A habituação à cafeína tem demonstrado ser de grande relevância quando da utilização desta substância, como meio de melhorar o desempenho físico. A habituação é atingida a partir de uma ingestão diária superior a 100 mg, ou seja, o correspondente a aproximadamente 2^{1/2} xícaras de café (**tabela 2**). Essa quantidade, ingerida diariamente, pode neutralizar as respostas metabólicas desencadeadas pela ingestão de cafeína (29).

Tabela 2. Classificação do usuário em relação a ingestão diária de cafeína

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

Adaptado de Daniels et al., 1998; Graham & Spriet, 1991; Van Soeren et al., 1993.

Recentes estudos sugerem que o uso crônico desta substância pode agir de forma decisiva nas alterações do metabolismo da cafeína e na resposta da epinefrina durante o exercício (14).

Os possíveis mecanismos que têm resultado em alterações metabólicas pelo consumo crônico de cafeína parecem relacionados com a auto-regulação de receptores b-adrenérgico, alterações na fixação-tradução, mediadas por receptores, ou inibição da fosfodiesterase (14).

Segundo FISHER et al. (12), indivíduos habituados ao uso de cafeína, após interromperem o seu uso, exibem alterações significativas no metabolismo e no desempenho físico. Tais modificações não têm sido observadas em indivíduos habituados e que mantêm ininterruptamente o seu uso.

Mecanismos de ação

Acredita-se que a cafeína possua mecanismos de ação central e periférica (31,32) que podem desencadear importantes alterações metabólicas e fisiológicas, resultando na melhoria do desempenho atlético (2,11,15,16). Todavia o seu efeito ergogênico é ainda bastante controverso, visto que aparentemente outros mecanismos podem estar associados à sua ação durante diferentes tipos de exercício físico (31).

Segundo SPRIET (31), existem pelo menos três teorias que podem tentar explicar o efeito ergogênico da cafeína durante o exercício físico. A primeira envolve o efeito direto da cafeína em alguma porção do sistema nervoso central, afetando a percepção subjetiva de esforço e/ou a propagação dos sinais neurais entre o cérebro e a junção neuromuscular.

A segunda teoria pressupõe o efeito direto da cafeína sobre co-produtos do músculo esquelético. As possibilidades incluem: alteração de íons, particularmente sódio e potássio; inibição da fosfodiesterase (PDE), possibilitando um aumento na concentração de adenosina monofosfato cíclica (AMPc); efeito direto sobre a regulação metabólica de enzimas semelhantes às fosforilases (PHOS); e aumento na mobilização de cálcio através do retículo sarcoplasmático, o qual contribui para o potencialização da contração muscular (30,31).

A terceira teoria diz respeito ao aumento na oxidação das gorduras e redução na oxidação de carboidratos (CHO). Acredita-se que a cafeína gera um aumento na mobilização dos ácidos graxos livres dos tecidos e/ou nos estoques intramusculares, aumentando a oxidação da gordura muscular e reduzindo a oxidação de CHO (30).

Cafeína e desempenho físico

Estudos recentes têm apontado a cafeína como um poderoso agente modulador do desempenho físico em atividades físicas de diferentes naturezas. Recentemente a literatura têm apontado para uma melhoria no desempenho atlético em diferentes tipos de exercício físico, após a ingestão de apenas 3 a 6 mg de cafeína por quilograma de

peso corporal (1), tanto em atletas amadores quanto em atletas de elite, sem que estes ultrapassem o limite estipulado pelo Comitê Olímpico Internacional (COI) de 12 mg/ml de cafeína na urina para detecção de caso positivo de doping (6).

Entretanto, vale destacar que diversos fatores como as diferentes dosagens de cafeína empregadas, o tipo de exercício físico utilizado, o estado nutricional, o estado de aptidão física individual, além da tolerância à cafeína (habituação ou não à cafeína) podem influenciar a análise dos resultados apresentados pelos diversos estudos disponíveis na literatura (1).

Poucos desses estudos têm procurado investigar os possíveis efeitos ergogênicos da cafeína sobre o desempenho físico em exercícios de alta intensidade e curta duração (força, velocidade e potência). Além disso, os resultados encontrados até o momento têm sido bastante controversos.

Pesquisas recentes têm apontado um aumento da força muscular acompanhado de uma maior resistência à instalação do processo de fadiga muscular após a ingestão de cafeína (20,22,25,28). Ainda não está totalmente esclarecido qual o mecanismo de ação responsável pelo aumento da força muscular (1); todavia, acredita-se que isso ocorra em maior intensidade muito mais pela ação direta da cafeína no SNC do que pela sua ação em nível periférico (20).

Com relação aos exercícios máximos e supramáximos de curta duração, a maioria dos estudos dessa natureza vem demonstrando que a ingestão de cafeína pode melhorar significativamente o desempenho físico em exercícios máximos de curta duração (até 5 minutos) (14,31). O mesmo não se pode dizer com relação a tais exercícios quando precedidos por exercícios submáximos prolongados, quando o desempenho físico parece não sofrer qualquer alteração (14,31). Entretanto, esses resultados necessitam de confirmação, assim como de um maior esclarecimento quanto aos mecanismos de ação da cafeína nesses tipos de esforços (1).

Com relação aos exercícios físicos prolongados os resultados sugerem que o uso da cafeína promove uma melhoria na eficiência metabólica dos sistemas energéticos durante o esforço contribuindo para um melhor desempenho físico (1,3,14,30,31). Além disso, o suposto efeito diurético provocado pelo uso dessa substância, acarretando aumento no volume de urina, e portanto uma maior perda hídrica durante o esforço, não tem sido confirmado na prática (1). Segundo Wemple et al. (36) o comprometimento do estado de hidratação corporal parece estar relacionado somente ao emprego de mega-doses desta substância.

Possíveis efeitos colaterais

A ingestão de altas doses de cafeína (10-15 mg/kg de peso corporal) não é recomendada, pois os níveis plasmáticos de cafeína podem alcançar valores tóxicos de até 200 mm (9). Portanto, os efeitos colaterais causados pela ingestão de cafeína ocorrem em maior proporção em pes-

soas suscetíveis e que utilizam esta substância em excesso (10).

Fisicamente, a cafeína pode prejudicar a estabilidade de membros superiores induzindo-os a trepidez e tremor, resultado da tensão muscular crônica. Altas doses de cafeína podem ainda induzir a insônia, o nervosismo, a irritabilidade, a ansiedade, as náuseas e o desconforto gastrointestinal (10,19,32). Os problemas estomacais podem ser agravados nos indivíduos que já apresentam tendência para gastrite ou úlcera, principalmente quando ingerida em jejum (10).

Todas as possibilidades apresentadas anteriormente devem ser criteriosamente analisadas quando da opção de utilização desta substância, particularmente por parte de atletas, porquanto tais ocorrências podem comprometer o seu desempenho físico (1).

Considerações finais

A cafeína é uma das substâncias que vêm sendo utilizadas por atletas de diferentes modalidades esportivas, na tentativa de otimizar o desempenho físico, e estudadas por vários pesquisadores, pelo seu aparente potencial ergogênico (26).

Embora a administração desta substância possa ser feita de diversas formas, a forma oral tem sido a preferida por atletas e pesquisadores, em seus estudos, pela fácil aplicabilidade (30,35). Acredita-se que esta substância possui mecanismos de ação central e periférica (31,32), capazes de excitar ou restaurar as funções cerebrais e bulbares, além de desencadear importantes alterações metabólicas e fisiológicas as quais melhorariam o desempenho atlético (2,11,16), sem contudo ser considerada uma droga terapêutica. Desse modo, a cafeína vem sendo comumente utilizada e livremente comercializada, por apresentar uma baixa capacidade de indução à dependência (27).

A melhoria no desempenho atlético, após a ingestão de apenas 3 a 6 mg de cafeína por quilograma de peso corporal, tem sido revelada por estudos em diferentes tipos de exercício físico, sobretudo em atividades de longa duração (1,3,14,30). Tais quantidades produzem concentrações de cafeína na urina abaixo dos limites estabelecidos pelo COI para detecção de doping (6).

Sendo utilizada dentro dos limites de 3 a 6 mg de cafeína por quilograma de peso corporal, como apresentado no decorrer deste trabalho, a cafeína parece ser uma substância efetiva para a melhoria do desempenho físico, podendo ser considerada um ergogênico nutricional.

Para concluir vale, no entanto, ressaltar que a administração de dosagens elevadas de cafeína pode trazer inúmeros desconfortos para o usuário, contribuindo para a incidência de efeitos colaterais, colocando em risco a sua integridade física. Além disso, particularmente em atletas, a adoção desta estratégia pode configurar o uso de doping.

Referências bibliográficas

1. ALTIMARI, L.R. et al. Efeitos ergogênicos da cafeína sobre o desempenho físico. *Rev. Paul. de Educ. Fís.*, 2000 (no prelo).
2. APPEGATE, E. Effective nutritional ergogenic aids. *Int. J. Sports Nutr.*, 9(2): 229-239, 1999.
3. BRAGA, L.C. & ALVES, M.P. A cafeína como recurso ergogênico nos exercícios de endurance. *Rev. Bras. Ciên. e Mov.*, 8(3): 33-37, 2000.
4. CLARKSON, P.M. Nutritional ergogenic aids: caffeine. *Int. J. Sports Nutr.*, 3(1): 103-111, 1993.
5. CLARKSON, P.M. Nutrition for improved sports performance. Current issues on ergogenic aids. *Sports Med.*, 21(6): 393-401, 1996.
6. COI. Word Conference on doping in sport. Capturado em 20 set. 2000. *On line*. Disponível via Internet http://www.nodoping.com/welcome_e.html
7. DANIELS, J.W. et al. Effects of caffeine on blood pressure, heart rate, and forearm blood flow during dynamic leg exercise. *J. Appl. Physiol.*, 85(1): 154-159, 1998.
8. DUTHEL, J.M. et al. Caffeine and sport: role of physical exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 23(8): 980-985, 1991.
9. FERDOLM, B.B. On the mechanism of action of theophylline and caffeine. *Acta Med. Scand.*, 217: 149-153, 1985.
10. FETT, C. *Ciência da suplementação alimentar*. Rio de Janeiro: Sprint, 2000.
11. FILLMORE, C.M. et al. Nutrition and dietary supplements. *Phys. Med. Rehabil. Clin. N. Am.*, 10(3): 673-703, 1999.
12. FISHER, S.M. et al. Influence of caffeine on exercise performance in habitual caffeine users. *Int. J. Sports Med.*, 7(5): 276-280, 1986.
13. GOASDUFF, T. et al. Induction of liver and kidney CYP 1A1/1A2 by caffeine in rat. *Biochem. Pharmacol.*, 52(12): 1915-1919, 1996.
14. GRAHAM, T.E.; RUSH, J.W.; VAN SOEREN, M.H. Caffeine and exercise: metabolism and performance. *Can. J. Appl. Physiol.*, 19(2): 111-138, 1994.
15. GRAHAM, T.E. & SPRIET, L.L. Performance and metabolic responses to a high caffeine dose during prolonged exercise. *J. Appl. Physiol.*, 71(6): 2292-2298, 1991.

16. GRAHAM, T.E. & SPRIET, L.L. Metabolic, catecholamine and exercise performance responses to varying doses of caffeine. *J. Appl. Physiol.*, 78(3): 867-874, 1995.
17. HOLTZMAN, S.G.; MANTE, S.; MINNEMAN, K.P. Role of adenosine receptors in caffeine tolerance. *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, 256(1): 62-68, 1991.
18. HULLEMANN, K.D. & METZ, J. Doping. In: *Medicina Esportiva: Clínica e Prática*. São Paulo: Edusp, 1982, p.213-235.
19. JACOBSON, B.H. & KULLING, F.A. Health and ergogenic effects of caffeine. *Br. J. Sports Med.*, 23(1): 34-40, 1989.
20. KALMAR, J.M. & CAFARELLI, E. Effects of caffeine on neuromuscular function. *J. Appl. Physiol.*, 87 (2): 801-808, 1999.
21. KALOW, W. & TANG, B.K. The use of caffeine for enzymatic assays: A critical appraisal. *Clin. Pharmacol. Ther.*, 53(5): 503-514, 1993.
22. LOPES, J.M. et al. Effect of caffeine on skeletal muscle function before and after fatigue. *J. Appl. Physiol.*, 54 (5): 1303-1305, 1983.
23. MUMFORD, G.K. et al. Absorption rate of methylxantines following capsules, cola and chocolate. *Eur. J. Pharmacol.*, 51(3-4): 319-25, 1996.
24. PAULA FILHO, U. & RODRIGUES, L.O.C. Estudo do efeito da cafeína em diferentes níveis de exercício. *Rev. Bras. Ciên. Esp.*, 6(2): 139-146, 1985.
25. PINTO, S. & TARNOPOLSKY, M. Neuromuscular effects of caffeine in males and females. *Can. J. Appl. Physiol.*, 22: S48, 1997.
26. POWERS, S.K. & HOWLEY, E.T. *Exercise Physiology: theory and application of fitness and performance*. 3.ed. Dubuque, IA: Brown & Benchmark Publishers, 1997.
27. RANG, H.P. & DALE, M.M. *Farmacologia*. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.
28. ROY, B. et al. Caffeine and neuromuscular fatigue in endurance athletes. *Can. J. Appl. Physiol.*, 19: S41, 1994.
29. SIMÕES, H.G. & CAMPBELL, C.S.G. Recursos ergogênicos: suplementação de carboidratos, líquidos, monodrato de creatina, aminoácidos ramificados e cafeína. *Trein. Desp.*, 3(2): 52-61, 1998.
30. SINCLAIR, C.J.D. & GEIGER, J.D. Caffeine use in sport: a pharmacological review. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 40(1): 71-79, 2000.
31. SPRIET, L.L. Caffeine and performance. *Int. J. Sports Nutr.*, 5(1): 84-99, 1995.
32. STEPHENSON, P.E. Physiologic and psychotropic effects of caffeine on man. *J. Am. Diet. Assoc.*, 71(3): 240-247, 1977.
33. THEIN, L.A.; THEIN, J.M.; LANDRY, G.L. Ergogenic aids. *Physiol. Appl. Ther.*, 75(5): 426-439, 1995.
34. VAN SOEREN, M.H. et al. Caffeine metabolism and epinephrine responses during exercise in users and non-users. *J. Appl. Physiol.*, 75(2): 805-812, 1993.
35. WANG, Y. & LAU, C.E. Caffeine has similar pharmacokinetics and behavioral effects via the i.p. and p.o. routes of administration. *Pharmacol. Biochem. Behav.*, 60(1): 271-278, 1998.
36. WEMPLE, R.D.; LAMB, D.R.; BRONSTEIN, A.C. Caffeine ingested in a fluid replacement beverage during prolonged exercise does not cause diuresis. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 26(5): S204, 1994.
37. WILLIAMS, M.H. Nutritional ergogenics in athletics. *J. Sports Sci.*, 13(Spec No): S63-74, 1995.
38. WILLIAMS, M.H. Ergogenic aids: a means to citius, altius, fortius, and olympic gold? *Res. Quart. Exerc. Sport*, 67(3): 58-64, 1996.