

## ARTIGO DE REVISÃO

# Efeito da cafeína sobre o desempenho em testes de avaliação da potência anaeróbia em cicloergômetros: uma revisão sistemática

## *Caffeine Effect on Performance in Tests of Anaerobic Power in Cycle Ergometers: a Systematic Review*

**Fabíola Conceição Martins**

Discente do Programa de Pós-graduação lato sensu em Treinamento Desportivo e Fisiologia do Exercício, Universidade Castelo Branco

**Resumo** Relações entre ingestão de cafeína e desempenho anaeróbio não têm sido claramente estabelecidas devido à variabilidade da interdependência entre volume e intensidade, da metodologia de avaliação do rendimento, da quantidade de substância ministrada. Assim, o objetivo deste estudo foi verificar os efeitos do uso da suplementação de cafeína sobre o desempenho em testes de potência anaeróbia com cicloergômetro, considerando a dose de cafeína ministrada e o tipo amostral. Usou-se metodologia descritiva, recorreu-se a artigos publicados no PubMed selecionados a partir dos descritores MeSH envolvidos na temática. Foi possível identificar que a cafeína pode elevar os níveis de desempenho nos testes de potência anaeróbia em indivíduos treinados e não-treinados. Entretanto, os resultados mostraram-se controversos, pois não foram encontrados efeitos ergogênicos em estudos que fizeram uso de doses superiores de cafeína àqueles que apresentaram efeito. A frequência com que o indivíduo consome produtos com cafeína e o suposto efeito da tolerância podem fazer com que doses maiores sejam necessárias para o alcance do efeito ergogênico.

**Palavras-chave** Cafeína. Avaliação do rendimento.

**Abstract** Relationship between caffeine intake and anaerobic performance has not been clearly established due to the variability of the volume and intensity interdependence, the methodology of performance tests, amount of administered substance. Thus, this study aimed at investigating the effects of the use of caffeine supplementation on performance in tests of anaerobic power with cycle ergometer, considering the administered dose and the sample type. This is of descriptive nature. It was used articles published in PubMed selected from MeSH terms related to the theme. It was found that caffeine can raise levels of performance in tests of anaerobic power in trained and untrained subjects. However, results were controversial, since it could not be found any ergogenic effects in studies which used higher doses of caffeine comparing to those which had shown an effect. The frequency the individual intakes products containing caffeine and alleged tolerance effect might become necessary higher doses to achieve the ergogenic effect.

**Keywords** Caffeine, Performance Tests.

### Introdução

A cafeína, substância encontrada no café, nos chás, refrigerantes e guaraná, é conhecida por suas ações estimulantes sobre o Sistema Nervoso Central (SNC). Também encontrada em medicamentos, a cafeína minimiza o efeito calmante de certos analgésicos <sup>(1)</sup>. Profissionais da área da saúde têm buscado respostas para a otimização do desempenho atlético ou retardamento da instalação de fadiga em atletas no uso de variados recursos ergogênicos, incluindo a cafeína <sup>(2,3,4)</sup>.

A suplementação com substâncias que possuam algum composto ergogênico pode refletir não somente no retardo do

surgimento da fadiga periférica, mas central, aumentando o poder de contração dos músculos esqueléticos e/ou cardíaco e resultando em melhorias no desempenho atlético <sup>(2,3,5,6)</sup>.

Por isso, a cafeína foi destacada como uma das substâncias ergogênicas mais utilizadas previamente à realização de exercícios anaeróbios <sup>(7)</sup>. Não obstante, o Comitê Olímpico Internacional havia incluído a cafeína na lista de *doping* sendo excluída pela Agência Mundial de *Anti-Doping*, em 2004, ocasionando o aumento do consumo da substância entre atletas <sup>(8)</sup>.

Recebido em 15/10/2010

Aceito em 22/07/2011

Não há conflito de interesse

Relações entre ingestão de cafeína e desempenho no treinamento anaeróbio não têm sido claramente estabelecidas devido à falta de especificidade na mensuração de componentes que integram os princípios do treinamento desportivo, tais como: interdependência entre volume e intensidade e, logo, os protocolos de avaliação; individualidade biológica, incluindo a tolerância à cafeína; quantidade de substância ministrada <sup>(9)</sup>. Dado o exposto, o estudo teve como objetivo verificar os efeitos do uso da suplementação de cafeína sobre o desempenho em testes de potência anaeróbia com cicloergômetro, considerando a dose de cafeína ministrada e o tipo amostral.

### Método

Os dados foram provenientes de fontes documentais, como obras literárias e artigos científicos para elaboração da fundamentação teórica. No entanto, a revisão sistemática concentrou estudos catalogados no banco de dados da *U.S. National Library of Medicine National Institutes of Health* (PubMed).

O levantamento e análise de produções científicas se deram em três etapas, a seguir:

1 – Realizou-se uma busca simples de pesquisas sobre a categoria principal deste estudo, sendo selecionado o descritor “cafeína” ou “*caffeine*”. A partir desse procedimento foram encontrados 24.352 estudos, sendo que o descritor estava inserido no título ou resumo dos estudos;

2 – Em seguida, foi feito o cruzamento da categoria principal com subcategorias do estudo mediante a inserção de termos do *Medical Subject Headings* (MeSH): “efeitos da cafeína” ou “*caffeine effects*” (N= 16586); “efeitos da cafeína nos exercícios” ou “*caffeine effects on exercises*” (N= 557); “efeitos da cafeína nos exercícios anaeróbios” ou “*caffeine effects on anaerobic exercises*” (N= 30). Este último foi utilizado em substituição do termo MeSH “limiar anaeróbio” ou “*anaerobic threshold*” para que fosse mantida uma maior especificidade da busca. Do contrário, seriam demonstrados 3.828 estudos envolvendo subcategorias diversas;

3 - Os 30 estudos foram cuidadosamente analisados tendo como critério de inclusão a aplicação de testes de potência anaeróbia em cicloergômetro e a divulgação dos resultados finais, o que permitiu a identificação de 16 estudos. Em seguida, optou-se pelo agrupamento temático em um quadro-síntese em função de descrições da metodologia, das características das amostras, da dose de cafeína ministrada e do efeito ergogênico.

### Efeitos neurofisiológicos

Dentre os efeitos sobre o cérebro e organismo em geral, a cafeína atua como inibidor da liberação de adenosina resultando em ação predominante dos efeitos estimulantes. Os neurotransmissores adenosina são considerados agentes inibidores e depressivos por inibirem a liberação de norepinefrina ou noradrenalina existente em maior parte no Sistema Nervoso Simpático (SNS). A cafeína, portanto, promove um efeito reverso estimulando e aumentando a liberação de norepinefrina e ação dos neurônios noradrenérgicos <sup>(7)</sup>.

Além disso, a cafeína atua sobre o SNC liberando maiores quanti-

dades de dopamina, também de natureza noradrenérgica, face à resultante inibição dos efeitos calmantes da adenosina <sup>(10,11)</sup>.

Em doses moderadas (2 a 10mg/Kg ou 200mg), a substância estimula o SNC proporcionando um aumento do estado de alerta ou vigília de curta duração, da frequência respiratória e cardíaca e do metabolismo. Também estimula a função renal proporcionando leve efeito diurético. No entanto, altas doses (15mg/Kg ou 500mg) podem causar desidratação além de insônia, taquicardia, hipertensão, tremores entre outros sintomas. O consumo crônico de altas concentrações já foi associado ao aparecimento de câncer de bexiga, ovários, cólon e rins, embora as estatísticas não se mostrem significativas <sup>(12)</sup>.

Na gravidez, o consumo de cafeína deve ser inferior a 300mg por dia a fim de minimizar as chances de aborto, deformidades fetais <sup>(13)</sup> e ocorrência de espinha bífida e anencefalia <sup>(14)</sup>.

A literatura ainda apontou seis casos de morte por *overdose* de cafeína, ou seja, dose estimada entre 3g e 8g em um único dia <sup>(12)</sup>.

Os substratos resultantes da metabolização da cafeína são, em sua maioria, excretados pela urina, embora possam ser também excretados pela saliva, esperma e até mesmo o leite materno. Deste modo, foi sugerida uma associação entre a expulsão desses metabólitos por estes mecanismos e o surgimento de problemas de infertilidade entre homens e ao desenvolvimento de fibrose cística nos seios <sup>(15)</sup>.

### Efeitos sobre o treinamento anaeróbio

O pico de concentração de cafeína na corrente sanguínea se dá entre 15 e 120 minutos após sua ingestão <sup>(16)</sup>. No entanto, os efeitos fisiológicos começam a se manifestar nos primeiros 15 ou 45 minutos após a ingestão, atingindo o pico de efeito no SNC em até 60 minutos após o consumo <sup>(10)</sup>.

A literatura pressupõe um efeito agudo da cafeína sobre a musculatura esquelética ao tornar o retículo sarcoplasmático mais permeável à entrada de cálcio, aumentando os níveis de concentração do mesmo no interior das células musculares e, por sua vez, acarretando aumento do poder contrátil do músculo esquelético <sup>(16)</sup>.

Cabe ressaltar que o efeito da cafeína sobre o aumento dos níveis de cálcio intracelular se mostra distinto entre as fibras musculares do tipo I (contração lenta, aeróbia) e II (contração rápida, anaeróbia), sendo os efeitos ergogênicos da substância entre as fibras do tipo II inferior em relação às fibras musculares do tipo I <sup>(17)</sup>.

O mecanismo de ação responsável pelo aumento da força muscular não tem sido claramente estabelecido <sup>(18)</sup>, pois tal fato tem sido associado em maior parte aos efeitos que a cafeína ocasiona sobre o SNC do que sobre a musculatura esquelética ou periférica em si <sup>(7)</sup>. A relação entre os efeitos estimulantes da cafeína e a melhora no desempenho físico durante o exercício anaeróbio pode se justificar na medida em que os efeitos da substância ocorrem em alguma área cerebral, especificamente do SNC, levando à diminuição da percepção subjetiva de esforço <sup>(19)</sup>.

É indagada a possibilidade de a cafeína auxiliar na acumulação da creatina nas células musculares a fim de garantir maiores

estoques energéticos e prolongar a eficiência do trabalho principalmente anaeróbio<sup>(20)</sup>.

A literatura aponta que o desempenho durante a realização de exercícios de esforço máximo ou submáximo com duração de até cinco minutos pode ser beneficiado após a ingestão de cafeína<sup>(7)</sup>. Assim, a tabela 1 reúne estudos, catalogados no PubMed, que recorreram a testes realizados em cicloergômetros para avaliação da potência anaeróbia.

**Tabela 1:** Efeito ergogênico da cafeína sobre o desempenho em testes de avaliação da potência anaeróbia em cicloergômetro considerando a dose de ministração e características da amostra de cada estudo

Autores	N	Protocolo	Dose de cafeína	Efeito ergogênico
Simmonds et al. <sup>(21)</sup>	6 M (T)	Cicloergômetro (sprints a 120% do VO <sub>2</sub> máx.)	5mg/Kg	Sim
Woolf et al. <sup>(22)</sup>	18 M (T)	Wingate	5mg/Kg	Sim
Williams et al. <sup>(23)</sup>	9 M (T)	Wingate (30s)	300mg	Não
Forbes et al. <sup>(24)</sup>	11 M (?) 4 F (?)	Wingate (30s)	2mg/Kg	Não
Roberts et al. <sup>(25)</sup>	5 M (T) 5 F (T)	Wingate	224mg	Sim
Crowe et al. <sup>(26)</sup>	12 M (?) 5 F (?)	Cicloergômetro (60s a 100% VO <sub>2</sub> máx.)	6mg/Kg	Não
Lorino et al. <sup>(27)</sup>	16 M (T)	Wingate (30s)	6mg/Kg	Não
Beck et al. <sup>(28)</sup>	37 M (T) 16M (NT)	Wingate Wingate (30s)	6mg/Kg	Não
Bell et al. <sup>(29)</sup>	8 M (NT)	Cicloergômetro (125% VO <sub>2</sub> máx.)	5mg/Kg	Sim
Greer et al. <sup>(30)</sup>	9 M (T)	Wingate (30s)	6mg/Kg	Não
Denadai et al. <sup>(31)</sup>	8 M (NT)	Cicloergômetro (10% acima do limiar anaeróbio)	5mg/Kg	Não
Vanakoski et al. <sup>(32)</sup>	7 M (T)	Cicloergômetro (60s a 100% do VO <sub>2</sub> máx)	7mg/Kg	Não
Anselme et al. <sup>(33)</sup>	14 ? (?)	Cicloergômetro	250mg	Sim
Collomp et al. <sup>(34)</sup>	6 ? (?)	Wingate	5mg/Kg	Não
Dodd et al. <sup>(35)</sup>	17 M (T)	Wingate	5mg/Kg	Não
Williams et al. <sup>(36)</sup>	9 NT	Wingate (15s)	7 mg/Kg	Não

M – homens; F – mulheres; T – treinados; NT – não-treinados; s – segundos; mg – miligramas; Kg – quilogramas.

Considerando que as doses ministradas nos 16 estudos são moderadas<sup>(12)</sup>, apenas cinco apontaram o efeito ergogênico da cafeína sobre a atividade anaeróbia em indivíduos treinados<sup>(21,22,25)</sup> e não-treinados<sup>(29)</sup>, exceto um estudo<sup>(33)</sup> que não forneceu informações. Ainda com relação aos estudos que confirmaram o efeito ergogênico, três apontaram como dose a quantidade de 5mg/Kg<sup>(21,22,29)</sup>, enquanto que dois estudos<sup>(25,33)</sup> não definiram a quantidade por quilograma de peso corporal. Entretanto, um desses dois estudos<sup>(25)</sup> informou a média de peso corporal dos homens (93,2kg) e das mulheres (61,5 kg), o que poderia pressupor uma concentração de 2,5mg/Kg e 3,6 mg/Kg, respectivamente. Outro estudo<sup>(33)</sup> não definiu as características de composição corporal dos participantes, embora possa se sugerir a dose mínima de 2mg/Kg<sup>(12)</sup>.

No que se referem às características da amostra, três estudos apontaram efeito ergogênico em indivíduos treinados<sup>(21,22,25)</sup>, sendo que dois deles com mesma dose de cafeína<sup>(21,22)</sup>. Já o outro estudo<sup>(25)</sup>, embora sugira concentrações inferiores a 5mg/Kg, os participantes consumiam cafeína regularmente o que pode ter influenciado o resultado de forma positiva. Não foram descritas informações adicionais sobre características da amostra quanto ao sexo, nível de atividade física e o consumo crônico de cafeína em outro estudo que apontou o efeito ergogênico quando ministradas concentrações inferiores a 5mg/Kg<sup>(33)</sup>.

Somente um estudo<sup>(29)</sup> apontou o efeito ergogênico em indivíduos não-treinados de ambos os sexos. Contudo, também foi investigado o efeito da ingestão de efedrina, onde se observou que a substância provocou aumento da produção de energia durante a fase inicial do teste de Wingate e que a cafeína aumentou a duração de produção de energia até a exaustão. Assim, a melhora no desempenho do exercício anaeróbio foi supostamente resultante de estimulação do SNC pela efedrina e do músculo esquelético pela cafeína, indo de encontro ao mencionado na literatura<sup>(7)</sup>.

Entre os estudos que não verificaram qualquer efeito ergogênico, em indivíduos treinados<sup>(23,27,28,30,32,35)</sup> e não-treinados<sup>(31,36)</sup>, as doses variavam de 2 a 7mg/Kg. Tal fato foi de encontro àqueles que demonstraram o efeito sob doses pouco superiores (2,5mg/Kg)<sup>(25)</sup> à mínima (2mg/Kg) e inferiores (5mg/Kg)<sup>(21,22,29)</sup> à máxima (7mg/Kg).

## Conclusões

Foi possível observar que a cafeína pode elevar os níveis de desempenho físico em atividades predominantemente anaeróbias em indivíduos treinados e não-treinados. Entretanto, os resultados ainda se mostram controversos na medida em que não foram encontrados efeitos ergogênicos em estudos que fizeram uso de doses superiores de cafeína àqueles que apresentaram efeito.

Não obstante, a imprecisão ou dificuldade no controle de variáveis biológicas podem estar refletindo as manifestações diferenciadas da cafeína no desempenho anaeróbio. Nesse sentido, a frequência com que o indivíduo consome produtos com cafeína e o suposto efeito da tolerância podem fazer com que doses maiores sejam necessárias para o alcance do efeito ergogênico.

## Referências bibliográficas

- Dooley JM, Gordon KE, Wood EP, Brna PM, MacSween J, Fraser A. Caffeine as an adjuvant to ibuprofen in treating childhood headaches. *Pediatr Neurol*. 2007 Jul;37(1):42-6.
- Astorino TA, Martin BJ, Wong K, Schachtsiek L. Effect of acute caffeine ingestion on EPOC after intense resistance training. *J Sports Med Phys Fitness*. 2011 Mar;51(1):11-7.
- Puckeridge M, Fulcher BD, Phillips AJ, Robinson PA. Incorporation of caffeine into a quantitative model of fatigue and sleep. *J Theor Biol*. 2011 Mar 21;273(1):44-54.
- Paton CD, Lowe T, Irvine A. Caffeinated chewing gum increases repeated sprint performance and augments increases

- in testosterone in competitive cyclists. *Eur J Appl Physiol.* 2010 Dec;110(6):1243-50.
- 5 Irwin C, Desbrow B, Ellis A, O'Keeffe B, Grant G, Leveritt M. Caffeine withdrawal and high-intensity endurance cycling performance. *J Sports Sci.* 2011 Mar;29(5):509-15.
- 6 Lee CL, Lin JC, Cheng CF. Effect of caffeine ingestion after creatine supplementation on intermittent high-intensity sprint performance. *Eur J Appl Physiol.* 2011.
- 7 Altimari LR, Moraes AC, Tirapegui J, Moreau RLM. Cafeína e performance em exercícios anaeróbios. *RBCF.* 2006; 42(1):17-27.
- 8 Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *J Am Diet Assoc.* 2009;109: 509-27.
- 9 Nehlig A, Debry G. Caffeine and sports activity: a review. *Int. J. Sports Med.* 1994; 15: 215-23.
- 10 McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Fisiologia do exercício.* 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan: 2008.
- 11 Dantas EHM. *Psicofisiologia.* Rio de Janeiro: Shape, 2001.
- 12 Conlee RK. Amphetamine, caffeine and cocaine. In: Lamb DR, Williams MH (Eds.) *Ergogenics: enhancement of performance in exercise and sport.* New York: Benchmark Press, 1991. pp.285-310.
- 13 Higdon JV, Frei B. Coffee and health: a review of recent human research. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2006;46(2):101-23.
- 14 De Marco P, Merello E, Calevo MG, Mascelli S, Pastorino D, Crocetti L et al. Maternal periconceptional factors affect the risk of spina bifida-affected pregnancies: an Italian case-control study. *Childs Nerv Syst.* 2011.
- 15 Rodrigues AS, Livrari MB, Trindade EBSM, Sartor CFP, Calderelli V. Avaliação do consumo de alimentos contendo aditivos alimentares com possíveis propriedades mutagênicas pelos acadêmicos do curso de nutrição do Centro Universitário de Maringá - PR. *CESUMAR* 2004; 6(2): 126-137.
- 16 Sinclair CJD, Geiger JD. Caffeine use in sports. A pharmacological review. *J. Sports Med. Phys. Fitness.* 2000; 40 (1): 71-9.
- 17 Pagala MK, Taylor SR. Imaging caffeine induced Ca<sup>2+</sup> transients in individual fast-twitch and slow-twitch rat skeletal muscle fibers. *Am. J. Physiol.* 1998; 274 (3): 623-32.
- 18 Brunetto, D; Ribeiro, JL; Fayh, APT. Efeitos do consumo agudo de cafeína sobre parâmetros metabólicos e de desempenho em indivíduos do sexo masculino. *Rev. Bras. Med. Esporte* 2010;16(3):171-175.
- 19 Davis JK, Green JM. Caffeine and anaerobic performance: ergogenic value and mechanisms of action. *Sports Med.* 2009;39(10):813-32.
- 20 Lee CL, Lin JC, Cheng CF. Effect of caffeine ingestion after creatine supplementation on intermittent high-intensity sprint performance. *Eur J Appl Physiol.* 2011.
- 21 Simmonds MJ, Minahan CL, Sabapathy S. Caffeine improves supramaximal cycling but not the rate of anaerobic energy release. *Eur J Appl Physiol.* 2010 May;109(2):287-95.
- 22 Woolf K, Bidwell WK, Carlson AG. The effect of caffeine as an ergogenic aid in anaerobic exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2008 Aug;18(4):412-29.
- 23 Williams AD, Cribb PJ, Cooke MB, Hayes A. The effect of ephedra and caffeine on maximal strength and power in resistance-trained athletes. *J Strength Cond Res.* 2008 Mar;22(2):464-70.
- 24 Forbes SC, Candow DG, Little JP, Magnus C, Chilibeck PD. Effect of Red Bull energy drink on repeated Wingate cycle performance and bench-press muscle endurance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2007 Oct;17(5):433-44.
- 25 Roberts MD, Taylor LW, Wismann JA, Wilborn CD, Kreider RB, Willoughby DS. Effects of ingesting JavaFit Energy Extreme functional coffee on aerobic and anaerobic fitness markers in recreationally-active coffee consumers. *J Int Soc Sports Nutr.* 2007 Dec 8;4:25.
- 26 Crowe MJ, Leicht AS, Spinks WL. Physiological and cognitive responses to caffeine during repeated, high-intensity exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2006 Oct;16(5):528-44.
- 27 Lorino AJ, Lloyd LK, Crixell SH, Walker JL. The effects of caffeine on athletic agility. *J Strength Cond Res.* 2006 Nov;20(4):851-4.
- 28 Beck TW, Housh TJ, Schmidt RJ, Johnson GO, Housh DJ, Coburn JW et al. The acute effects of a caffeine-containing supplement on strength, muscular endurance, and anaerobic capabilities. *J Strength Cond Res.* 2006 Aug;20(3):506-10.
- 29 Bell DG, Jacobs I, Ellerington K.. Effect of caffeine and ephedrine ingestion on anaerobic exercise performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2001 Aug;33(8):1399-403
- 30 Greer F, McLean C, Graham TE. Caffeine, performance, and metabolism during repeated Wingate exercise tests. *J Appl Physiol.* 1998 Oct;85(4):1502-8.
- 31 Denadai BS, Denadai ML. Effects of caffeine on time to exhaustion in exercise performed below and above the anaerobic threshold. *Braz J Med Biol Res.* 1998 Apr;31(4):581-5.
- 32 Vanakoski J, Kosunen V, Meririnne E, Seppala T. Creatine and caffeine in anaerobic and aerobic exercise: effects on physical performance and pharmacokinetic considerations. *Int. J. Clin. Pharmacol. Ther.* 1998; 36 (5): 258-62.
- 33 Anselme F, Collomp K, Mercier B, Ahmaïdi S, Préfaut C. Caffeine increases maximal anaerobic power and blood lactate concentration. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1992;65(2):188-91.
- 34 Collomp K, Ahmaïdi S, Audran M, Chanal JL, Préfaut C. Effects of caffeine ingestion on performance and anaerobic metabolism during the Wingate Test. *Int J Sports Med.* 1991 Oct;12(5):439-43.
- 35 Dodd SL, Brooks E, Powers SK, Tulley R. The effects of caffeine on graded exercise performance in caffeine naive versus habituated subjects. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1991;62(6):424-9.
- 36 Williams JH, Signorile JF, Barnes WS, Henrich TW. Caffeine, maximal power output and fatigue. *Br. J. Sports Med.* 1998; 22 (4): 132-4.

---

#### Correspondência:

Fabiola Conceição Martins  
 Rua Paulo José Mahfud, 20 c/ 47 B  
 22783-395 - Vargem Pequena - Rio de Janeiro, RJ  
 Tel: (21)2442-1169/7114-6854  
 e-mail: billasynth10@hotmail.com

---