

ARTIGO DE REVISÃO

**SUPLEMENTAÇÃO DE CAFÉINA EM EXERCÍCIOS ANAERÓBIOS**  
(CAFFEINE SUPPLEMENTATION IN ANAEROBIC EXERCISES)

**AUTORES: VINICIUS DA MATA<sup>1</sup>; RENATO ARANHA FIALHO<sup>1</sup>; LUCIANA SETARO<sup>2,A</sup>**

<sup>1</sup>Graduandos em Nutrição pelo Centro Universitário São Camilo – São Paulo - Brasil

<sup>2</sup>Docente do curso de Nutrição do Centro Universitário São Camilo – São Paulo – Brasil.

**RESUMO**

O efeito ergogênico do uso da cafeína sobre a performance em exercícios anaeróbios ainda é controverso. Diversos estudos apontam como principais hipóteses das melhorias vistas sua atuação no sistema nervoso central (SNC) como antagonista da adenosina e aliviando os sintomas de fadiga central, além do aumento da transmissão neuromuscular facilitando a estimulação-contração do músculo esquelético. Aliado a essas teorias, estudos apontam que as grandes quantidades de substâncias contidas no café, principalmente os antioxidantes, atuam de forma a potencializar o desempenho. O trabalho teve como objetivo apresentar estudos que identifiquem possíveis melhorias na prática de exercícios anaeróbios com o uso prévio deste estimulante. Trata-se de um estudo transversal de natureza quantitativa, que utilizou como base de pesquisa artigo dos últimos cinco anos dos sites *SciELO* e *Pubmed*. Após análise dos mesmos, pode-se entender como a cafeína possui grande capacidade de melhora do rendimento do trabalho em exercícios anaeróbios, porém, ainda são necessárias novas pesquisas que investiguem o papel e seus mecanismos de ação de forma a confirmar como essa substância atua potencializando a prática de exercícios de alta intensidade e curta duração.

**Palavras-chave:** Cafeína; Desempenho; Anaeróbio; Exercício; Metabolismo energético.

**ABSTRACT**

The ergogenic effect of using caffeine on performance in anaerobic exercises is still controversial. Several studies point out as the main hypotheses of the improvements seen its performance in the central nervous system (CNS) as an adenosine antagonist and relieving the symptoms of central fatigue, in addition to

<sup>A</sup>Autor correspondente

Luciana Setaro – E-mail: lusetaro@hotmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2715-5937>.

DOI: <https://doi.org/10.47693/ans.v1i1.13> Artigo recebido em 19 de agosto de 2020; aceito em 26 de agosto 2020; publicado em 15 de setembro de 2020 na *Advances in Nutritional Sciences*, disponível online em <http://ans.healthsciences.com.br/>. Todos os autores contribuíram igualmente com o artigo. Os autores declaram não haver conflito de interesse. Este é um artigo de acesso aberto sob a licença CC - BY: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

the increase in neuromuscular transmission facilitating the stimulation-contraction of the skeletal muscle. Allied to these theories, studies show that the large quantities of substances contained in coffee, especially antioxidants, act in order to enhance performance. The work aimed to present studies that identify possible improvements in the practice of anaerobic exercises with the previous use of this stimulant. This is a cross-sectional study of a quantitative nature, which used as a research base an article from the last five years from the *SciELO* and *Pubmed* websites. After analyzing them, it is possible to understand how caffeine has a great capacity to improve work performance in anaerobic exercises, however, further research is still needed to investigate the role and its mechanisms of action in order to confirm how this substance acts potentiating the practice of high intensity and short duration exercises.

**Keywords:** Caffeine; Performance; Anaerobic; Exercise; Energy metabolism.

## INTRODUÇÃO

Estudos de identificação de substâncias presentes no café e da relação de muitas delas com a saúde vêm crescendo nas últimas décadas [1,2]. O fato de ser uma das bebidas mais populares, mundialmente consumida, bem como a sua importância econômica, explicam o interesse por estudos sobre a sua composição química e sobre os efeitos fisiológicos e fisiopatológicos dos seus constituintes [3,4].

A cafeína é um alcaloide pertencente ao grupo das xantinas (1,3,7-trimetilxantina), quimicamente relacionada com outras xantinas: teofilina (1,3 dimetilxantina) e teobromina (3,7 dimetil-xantina) que se diferenciam pela potência de suas ações farmacológicas sobre o sistema nervoso central [5,6,7]. É uma substância lipossolúvel absorvida de modo rápido e eficiente pelo trato intestinal, com 100% de biodisponibilidade, atingindo o pico de concentração plasmática entre 30 a 120 minutos [8].

A utilização de substâncias com potencial ergogênico por atletas tem se tornado uma prática comum, motivada, principalmente, pela alta competitividade esportiva e constante necessidade de superação de marcas. Entre as substâncias utilizadas, a cafeína tem sido utilizada com grande frequência de forma aguda, previamente a realização de exercícios físicos, com objetivo de postergar a fadiga e, conseqüentemente, aprimorar o desempenho em atividades de média e longa duração [9,10].

Há evidência da ação da cafeína no sistema nervoso central [11], a hipótese do aumento no metabolismo

de gorduras e perda de peso [12], na redução da sensibilidade à dor [13] e na velocidade de contração muscular. Seja por efeitos diretos ou indiretos, o uso da cafeína está associado à redução no metabolismo de glicose e aumento na mobilização de ácidos graxos [11, 14]. Adicionalmente, a cafeína pode prolongar a duração da contração muscular aumentando a liberação e diminuindo a recaptação do  $\text{Ca}^+$  pelo retículo sarcoplasmático. Isto permite sugerir que a presença do  $\text{Ca}^+$  acentuaria as contrações musculares [15].

O objetivo desta revisão é apresentar estudos que identifiquem possíveis melhorias na prática de exercícios anaeróbios com o uso prévio deste estimulante.

## METODOLOGIA

Estudo transversal de natureza quantitativa, utilizou como base revisão bibliográfica de literatura e artigos acadêmicos das fontes SciELO e Pubmed publicados, de preferência, nos últimos cinco anos, baseando-se nos descritores em Ciência da saúde (DeCS): Cafeína, Suplementos Nutricionais e Exercício Físico.

## RESULTADOS

A cafeína é amplamente ingerida por atletas e não atletas com o intuito de aprimorar o desempenho durante exercícios intermitentes [16] e também de resistência [17]. Vários autores em seus estudos

relatarem o aprimoramento do exercício resistido após a ingestão de cafeína [18,19]. Behrens et al. [20] relataram que a ingestão de cafeína aumentou a ativação voluntária do quadríceps e o impulso neural. Tarnopolsky [21] sugeriu que a cafeína aumenta a contratilidade do músculo esquelético e a força por aumento da transmissão neuromuscular. Cook et al. [22] propuseram ainda que o uso de doses de cafeína de 1 a 5mg/kg melhoraram a perda de desempenho das habilidades de jogadores de rugby de elite após a restrição do sono. Em indivíduos com fadiga mental, foi também demonstrado melhorias no desempenho de resistência juntamente com o desempenho de habilidades [23]. As diretrizes gerais de cafeína recomendam o consumo de 3 a 6 mg / kg de cafeína, normalmente 60 minutos antes do início do exercício [ 24]; no entanto, há considerável variação interindividual em resposta a um protocolo padronizado, com vários fatores potencialmente determinantes dessa variação [ 25 ]. Apesar da cafeína/café ser amplamente consumida em todo mundo nem todos indivíduos podem se beneficiar de sua composição, isso se deve as predisposições genéticas [26] que podem influenciar as respostas ao consumo de forma direta e indireta. Indivíduos com alelo AA do gene CYP1A2 são considerados metabolizadores rápidos, enquanto com alelos AC e CC são considerados metabolizadores lentos [26,27]. O metabolismo mais lento da cafeína pode aumentar sua meia-vida plasmática e assim aumentar o risco de efeitos indesejados como distúrbios do sono e insônia, podendo haver ramificações substâncias na qualidade da recuperação e treinamento [28]. Além disso, como a cafeína é um vasoconstritor, os genótipos do CC podem sofrer vasoconstrição prolongada, prejudicando o desempenho da resistência [ 29].

O mecanismo por trás da melhora do desempenho em exercícios anaeróbios com o uso prévio deste estimulante tem levantado diversas propostas. A maior liberação de cálcio no retículo sarcoplasmático [30] e aumento da secreção de catecolaminas [31] parece ser improvável, uma vez que, a dose necessária para causar tal efeito seria tóxica ao organismo [32]. Astorino et al. [33] concluíram que o mecanismo pelo qual a cafeína fornece um efeito ergogênico em exercícios de alta intensidade curta

duração é provavelmente multifatorial, sendo sua atuação central como antagonista de adenosina como principal hipótese, diminuindo a sensação de esforço percebido, tempo de reação, cognição e humor. Davis JK et al. [34] sugeriram que a cafeína aumentaria a atividade da bomba de sódio-potássio e desta forma a excitação e contração muscular.

O café, forma barata de ingestão pelos quais muitos atletas e não atletas optam para obtenção da cafeína, é rico em polifenóis, ácidos fenólicos, lignanas, estilbenos e tem demonstrado ter possuir potencial antioxidante [35]. Embora os efeitos dos antioxidantes não sejam totalmente compreendidos no desempenho esportivo, estudo de Ackerman J. et al [36] utilizando um coquetel de antioxidantes antes de um único exercício de resistência de membros inferiores demonstrou melhorar o desempenho contrátil muscular. Os polifenóis, por exemplo, têm sido associados a várias funções que poderiam levar a melhora no desempenho, como reduzir os níveis de espécies reativas de oxigênio induzidas pelo exercício e melhorar a síntese de óxido-nítrico o que melhoraria o fluxo sanguíneo [37]. Hipótese também verificada por Lafay et al. [38] que relatou aumento de desempenho físico em jogadores de handbol após ingerirem extrato de uva rica em polifenóis.

Apesar dos meios que contribuem para a melhora do desempenho anaeróbio ainda não estarem totalmente elucidados o seu efeito no desempenho do exercício é claro e bem estabelecido [39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47], porém existem particularidades, como a dose a ser ingerida, horário de administração, doenças associadas entre outros fatores. Portanto se faz necessário a orientação de um nutricionista avaliando e ajustando a prescrição para que o paciente obtenha a maior quantidade de benefícios.

Ao analisarmos os estudos da utilização da cafeína para aumento do desempenho em exercícios aeróbios, já podemos ver resultados mais claros. Neste, a cafeína foi relacionada à melhora da composição corporal pelo seu aumento do gasto energético pós-exercício [48].

Outros dois estudos buscaram avaliar os parâmetros bioquímicos da suplementação aguda de cafeína em exercícios de endurance. Um deles

demonstrou que a cafeína foi capaz de preservar os níveis de glicose sanguínea e glicogênio hepático e, junto disso, elevou os níveis de glicerol plasmático em relação ao grupo placebo [49]. Já o outro teve como resultados que a cafeína promoveu uma significativa redução da glicemia sanguínea após 60 minutos do exercício [50].

Estudos já demonstram também que a utilização da cafeína em ciclistas pode ser capaz de retardar a fadiga, aumentando o tempo máximo em aproximadamente 20 minutos em relação ao grupo placebo [51].

Aparentemente, a cafeína atua na retardação da fadiga através de sua capacitação de modular a dor e o vigor [52]. Fisiologicamente, isso acontece principalmente pelo antagonismo da adenosina receptor A1 e A2 [53], que atua no alívio dos sintomas da fadiga central [54]. A adenosina suprime a excitação fisiológica e a excitabilidade neuronal por inibição da liberação de neurotransmissores excitatórios no cérebro [55]. No SNC, os receptores de adenosina A1 e A2a formam heterómeros com receptores dopamina D1 e D2. Com isso, o bloqueio dos receptores da adenosina A2a com a cafeína promove potenciação excitatória dos receptores D2, aumentando a atividade psicomotora [56].

A cafeína aumenta a secreção de  $\beta$ -endorfina, mobilização de ácidos graxos livres, glicogênio de reposição e adrenalina circulante. Contudo, estudos tem demonstrado que diferenças no consumo diário e nas rotinas de exercícios podem ser fatores essenciais para a diferentes respostas ao uso da cafeína [57].

Estudos também demonstram diferenças nas respostas entre indivíduos treinados e não treinados, em relação a fatores como a duração do treino, doses ingeridas e a relação entre fadiga e melhorias nos desempenhos após a ingestão de cafeína [58].

Em relação às doses-respostas, um estudo mais recente relata que os benefícios ótimos de desempenho são com doses moderadas entre 3 e 7 mg / kg [59]. Doses acima disso foram relacionadas à desconfortos gastrointestinais ou respostas ergogênicas assintóticas, mesmo com o aumento da dose [60]. A utilização de doses maiores mostra-se desnecessária visto que o próprio exercício físico pode alterar a sensibilidade dos receptores de adenosina e, assim, diminuir o limiar do receptor para uma dose menor durante ou

no início da atividade física [61].

Apesar de tudo, vale lembrar que a cafeína pode ser usada como uma substância muito útil para o aumento de desempenho, porém, quando utilizada isoladamente (sem o treinamento), a mesma não demonstra promover alterações clinicamente significantes no peso e na composição corporal [62].

## CONCLUSÃO

Hoje o uso da cafeína é considerado seguro pela OMS que a define como uma droga estimulante do sistema nervoso central e, desta forma, pode produzir tolerância e dependência. O seu consumo diário deve ser moderado e em relação à prática de exercício, constata-se que doses acima de 6mg/kg não demonstram melhorias em relação a doses menores.

Diante dos estudos apresentados aqui confirma-se a eficácia do uso da cafeína como forma de melhorar o desempenho tanto em exercícios aeróbios como anaeróbios, apesar dos meios pelos quais realiza essas melhorias ainda precisarem ser devidamente elucidados.

Apesar do fácil acesso a essa substância através de cápsulas, refrigerantes, café, chocolates dentre outros, evidências apontam que nem todos podem se beneficiar de sua composição, diante disso, para se extrair seu máximo potencial como recurso ergogênico, recomenda-se que a prescrição para seu uso seja feita por um profissional da área da saúde.

Por fim, pode-se concluir que a cafeína possui diversos mecanismos fisiológicos que podem ser úteis na melhora do rendimento em atletas praticantes de esportes de alta intensidade, porém, ainda são necessárias novas pesquisas que investiguem o papel e seus mecanismos de ação de forma a confirmar como essa substância atua potencializando a prática de exercícios de alta intensidade e curta duração.

## REFERÊNCIAS

1. Higdon JV, Frei B. Coffee and health: **a review of recent human research**. Crit Rev Food Sci Nutr. 2006; 46:101-23.
2. Nakasato M, Giorgi DMA, Isosaki M. **Mitos e verdades sobre o café e doenças do coração**. Rev Soc

Cardiol Estado de São Paulo. 2001; 11(6):13-20.

3. Monteiro MC, Trugo LC. **Determinação de compostos bioativos em amostras comerciais de café torrado.** Quim Nova. 2005; 28(4):637-41.

4. Moreira RFA, Trugo LC, De Maria CAB. **Componentes voláteis do café torrado. Parte II: compostos alifáticos, alicíclicos e aromáticos.** Quim Nova. 2000; 23(2):195-203.

5. Graham TE. **Caffeine and exercise, metabolism, endurance and performance.** Sports Med. 2001; 31:785-807.

6. Burke LM. **Caffeine and sports performance.** Appl Physiol Nutr Metab. 2008;33:1319-34

7. Del Coso J, Muñoz-Fernández VE, Muñoz G, Fernández-Elías VE, Ortega JF, Hamouti N, et al. **Effects of a caffeine-containing energy drink on simulated soccer performance.** PLoS ONE. 2012;7:e31380.

8. Ferreira GMH, Guerra GCB, Guerra RO. **Efeitos da cafeína na percepção do esforço, temperatura, peso corporal e frequência cardíaca de ciclistas sob condições de stress térmico.** Rev Bras Ciênc Mov. 2006; 14:33-40.

9. Graham TE. **Caffeine and exercise, metabolism, endurance and performance.** Sports Med. 2001; 31:785-807.

10. Altimari L, Fontes EB, Okano AH, Triana RO, Chacon-Mikahil MPT, Moraes AC. **A ingestão de cafeína aumenta o tempo para fadiga neuromuscular e o desempenho físico durante exercício supramáximo no ciclismo.** Braz J Biomotricity. 2008; 2:195-203.

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

12. Kreider, R.B., Wilborn, C.D., Taylor, L., Campbell, B., Almada, A.L., Collins, R., Cooke, M., Earnest, C.P., Greenwood, M., Kalman, D.S., Kerksick, C.M., Kleiner, S.M., Leutholtz, B., Lopez, H., Lowery, L.M., Mendel, R., Smith, A., Spano, M., Wildman, R., Willoughby, D.S., Ziegenfuss, T.N., Antonio, J. **“International Society of Sport Nutrition, exercise and sport nutrition review: research and recommendations,”** *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 7(7), 1-43, 2010.

13. GLIOTTONI, R. C.; MOTL, R. W. **Effect**

**of caffeine on leg-muscle pain during intense cycling exercise: possible role of anxiety sensitivity.** International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, Champaign, v. 18, n. 2, p. 103-15, 2008.

14. GOLDSTEIN, E. R.; ZIEGENFUSS, T.; KALMAN, D.; KREIDER, R.; CAMPBELL, B.; WILBORN, C.; TAYLOR, L.; WILLOUGHBY, D.; STOUT, J.; GRAVES, B. S.; WILDMAN, R.; IVY, J. L.; SPANO, M.; SMITH, A. E.; ANTONIO, J. **International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance.** Journal of the International Society of Sports Nutrition, Woodland Park, v. 7, n. 1, p. 1-15, 2010.

15. NEHLIG, A.; DEBRY, G. **Caffeine and sports activity: a review.** International Journal of Sports Medicine, Stuttgart, v. 15, n. 5, p. 215-23, 1994.

16. Mohr M, Nielsen JJ, Bangsbo J. **Caffeine intake improves intense intermittent exercise performance and reduces muscle interstitial potassium accumulation.** J Appl Physiol 111: 1372–1379, 2011.

17. Ahrens JN, Crixell SH, Lloyd LK, Walker JL. **The physiological effects of caffeine in women during treadmill walking.** J Strength Cond Res 21: 164–168, 2007.

18. Duncan MJ, Oxford SW. **The effect of caffeine ingestion on mood state and bench press performance to failure.** J Strength Cond Res 25: 178–185, 2011.

19. Duncan MJ, Oxford SW. **Acute caffeine ingestion enhances performance and dampens muscle pain following resistance exercise to failure.** J Sports Med Phys Fitness 52: 280–285, 2012.

20. Behrens M, Mau-Moeller A, Weippert M, Fuhrmann J, Wegner K, Skripitz R, Bader R, Bruhn S. **Caffeine-induced increase in voluntary activation and strength of the quadriceps muscle during isometric, concentric and eccentric contractions.** Sci Rep 5, 2015.

21. Tarnopolsky MA. **Effect of caffeine on the neuromuscular system—potential as an ergogenic aid.** Appl Physiol Nutr Metab 33: 1284–1289, 2008.

22. Cook CJ, Crewther BT, Kilduff LP, Drawer S, Gaviglio CM. **Skill execution and sleep deprivation: effects of acute caffeine or creatine supplementation—a randomized placebo-controlled**



trial. *J Int Soc Sports Nutr.* 2011;8(1):2.

23. Azevedo R, Silva-Cavalcante MD, Gualano B, Lima-Silva AE, Bertuzzi R. **Effects of caffeine ingestion on endurance performance in mentally fatigued individuals.** *Eur J Appl Physiol.* 2016;116(11–12):2293–303.

24. Goldstein ER, Ziegenfuss T, Kalman D, Kreider R, Campbell B, Wilborn C, et al. **International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance.** *J Int Soc Sports Nutr.* 2010;7(1):5.

25. Pickering C, Kiely J. Are the current guidelines on caffeine use in sport optimal for everyone? **Inter-individual variation in caffeine ergogenicity, and a move towards personalised sports nutrition.** *Sports Med.* 2018;48(1):7–16.

26. Sachse, C.; Bhabra, U.; Smith, G.; Lightfoot, T.J.; Barrett, J.H.; Scollay, J.; Garner, R.C.; Boobis, A.R.; Wolf, C.R.; Gooderham, N.J.; Colorectal Cancer Study Group. **Polymorphisms in the cytochrome P450 CYP1A2 gene (CYP1A2) in colorectal cancer patients and controls: Allele frequencies, linkage disequilibrium and influence on caffeine metabolism.** *Br. J. Clin. Pharmacol.* 2003, 55, 68–76.

27. Carrillo, J.A.; Benitez, J. **CYP1A2 activity, gender and smoking, as variables influencing the toxicity of caffeine.** *Br. J. Clin. Pharmacol.* 1996, 41, 605–608.

28. Pickering, C.; Kiely, J. **Are the Current Guidelines on caffeine Use in Sport Optimal for Everyone? Inter-individual Variation in caffeine Ergogenicity, and a Move Towards Personalised Sports Nutrition.** *Sports Med.* 2018, 48, 7–16.

29. Guest N, Corey P, Vescovi J, El-Sohemy A. **Caffeine, CYP1A2 genotype, and endurance performance in athletes.** *Med Sci Sports Exerc.* 2018;50(8):1570–8.

30. Tarnopolsky MA. **Effect of caffeine on the neuromuscular system—potential as an ergogenic aid.** *Appl Physiol Nutr Metab* 33: 1284–1289, 2008.

31. Graham TE. **Caffeine and exercise: Metabolism, endurance and performance.** *Sports Med* 31: 785–807, 2001.

32. Magkos F, Kavouras SA. **Caffeine use in sports, pharmacokinetics in man, and cellular mechanisms of action.** *Crit Rev Food Sci Nutr* 45: 535–562, 2005.

33. Astorino TA, Roberson DW. **Efficacy of**

**acute caffeine ingestion for short-term high-intensity exercise performance: A systematic review.** *J Strength Cond Res* 24: 257–265, 2010.

34. Davis JK, Green JM. **Caffeine and anaerobic performance: Ergogenic value and mechanisms of action.** *Sports Med* 39: 813–832, 2009.

35. Wang Y, Ho CT. **Polyphenolic chemistry of tea and coffee: A century of progress.** *J Agric Food Chem* 57: 8109–8114, 2009

36. Ackerman J, Clifford T, McNaughton LR, Bentley DJ. **The effect of an acute antioxidant supplementation compared with placebo on performance and hormonal response during a high-volume resistance training session.** *J Int Soc Sports Nutr* 11: 10, 2014.

37. Braakhuis AJ, Hopkins WG. **Impact of dietary antioxidants on sport performance: A review.** *Sports Med* 45: 939–955, 2015.

38. Lafay S, Jan C, Nardon K, Lemaire B, Ibarra A, Roller M, Houvenaeghel M, Juhel C, Cara L. **Grape extract improves antioxidant status and physical performance in elite male athletes.** *J Sports Sci Med* 8: 468–480, 2009.

39. Polito MD, Souza DB, Casonatto J, Farinatti P. **Acute effect of caffeine consumption on isotonic muscular strength and endurance: a systematic review and meta-analysis.** *Sci Sports.* 2016;31(3):119–28.

40. Grgic J, Trexler ET, Lazinica B, Pedisic Z. **Effects of caffeine intake on muscle strength and power: a systematic review and meta-analysis.** *J Int Soc Sports Nutr.* 2018;15(1):11.

41. Grgic J, Pickering C. **The effects of caffeine ingestion on isokinetic muscular strength: a meta-analysis.** *J Sci Med Sport.* 2019;22(3):353–60.

42. Ribeiro BG, Morales AP, Sampaio-Jorge F, de Souza Tinoco F, de Matos AA, Leite TC. **Acute effects of caffeine intake on athletic performance: a systematic review and meta-analysis.** *Rev Chil Nutr.* 2017;44(3):283–91.

43. Grgic J. **Caffeine ingestion enhances Wingate performance: a meta-analysis.** *Eur J Sport Sci.* 2018;18(2):219–25.

44. Southward K, Rutherford-Markwick KJ, Ali A. **The effect of acute caffeine ingestion on endurance performance: a systematic review and meta-**

analysis. *Sports Med.* 2018;48(8):1913–28.

45. Christensen PM, Shirai Y, Ritz C, Nordsborg NB. Caffeine and bicarbonate for speed. **A meta-analysis of legal supplements potential for improving intense endurance exercise performance.** *Front Physiol.* 2017; 8:240.

46. Shen JG, Brooks MB, Cincotta J, Manjourides JD. **Establishing a relationship between the effect of caffeine and duration of endurance athletic time trial events: a systematic review and meta-analysis.** *J Sci Med Sport.* 2019;22(2):232–8.

47. Grgic J, Grgic I, Pickering C, Schoenfeld B, Bishop D, Pedisic Z. **Wake up and smell the coffee: caffeine supplementation and exercise performance—an umbrella review of 21 published meta-analyses.** *Br J Sports Med.* 2019;

48. FERREIRA, G.A. et al. **Does caffeine ingestion before a short-term sprint interval training promote body fat loss?** *Braz J Med Biol Res, Ribeirão Preto*, v. 52, n. 12, e9169, 2019.

49. FRANCA, Vivian Francielle et al. **Efeito da suplementação aguda com cafeína na resposta bioquímica durante exercício de endurance em ratos.** *Rev Bras Med Esporte, São Paulo*, v. 21, n. 5, p. 372-375, Oct. 2015.

50. SILVA, Luiz Augusto Da et al. **Ingestão aguda de cafeína reduz a glicemia sanguínea antes e após o exercício físico agudo em ratos diabéticos.** *Rev. Nutr. Campinas*, v. 27, n. 2, p. 143-149, Apr. 2014.

51.] Costill DL, Dalsky GP, Fink WJ. **Effects of caffeine ingestion on metabolism and exercise performance.** *Med Sci Sports.* 1978; 10:155–8.

52. Goldstein ER, Ziegenfuss T, Kalman D, Kreider R, Campbell B, Wilborn C, et al. **International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance.** *J Int Soc Sports Nutr* 2010; 7:5.

53. Lynge J, Hellsten Y. **Distribution of adenosine A1, A2A and A2B receptors in human skeletal muscle.** *Acta Physiol Scand.* 2000; 169:283–90.

54. Davis JM, Zhao Z, Stock HS, Mehl KA, Buggy J, Hand GA. **Central nervous system effects of caffeine and adenosine on fatigue.** *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2003;284: R399–404.

55. Dunwiddie TV, Masino SA. **The role and regulation of adenosine in the central nervous system.** *Annu Ver Exerc.* 2003; 35:1348–54.

56. Ferré S. **Mechanisms of the psychostimulant effects of caffeine: implications for substance use disorders.** *Psychopharmacology (Berl).* 2016; 233:1963–79.

57. Goldstein ER, Ziegenfuss T, Kalman D, Kreider R, Campbell B, Wilborn C, et al. **International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance.** *J Int Soc Sports Nutr* 2010; 7:5.

58. Souza DB, Del Coso J, Casonatto J, Polito MD. **Acute effects of caffeine-containing energy drinks on physical performance: a systematic review and meta-analysis.** *Eur J Nutr.* 2017; 56:13–27.

59. Grgic J, Trexler ET, Lazinica B, Pedisic Z. **Effects of caffeine intake on muscle strength and power: a systematic review and meta-analysis.** *J Int Soc Sports Nutr.* 2018; 15:11.

60. Desbrow B, Biddulph C, Devlin B, Grant GD, AnoopkumarDukie S, Leveritt MD. **The effects of different doses of caffeine on endurance cycling time trial performance.** *J Sports Sci.* 2012; 30:115–20.

61. Ryan EJ, Kim C-H, Fickes EJ, Williamson M, Muller MD, Barkley JE, et al. **Caffeine gum and cycling performance: a timing study.** *J Strength Cond Res.* 2013; 27:259–64.

62. Sowinski RJ, Grubic TJ, Dalton RL, et al. **An Examination of a Novel Weight Loss Supplement on Anthropometry and Indices of Cardiovascular Disease Risk;** [published online ahead of print, 2020 Jul 21]. *J Diet Suppl.* 2020;1-29.

63. **Descritores em Ciências da Saúde: DeCS.** \*. ed. rev. e ampl. São Paulo: BIREME / OPAS / OMS, 2017.