

Rhayda Mellissa Sousa Fontes

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO COM CAFEÍNA
SOBRE O DESEMPENHO FÍSICO
E A TERMOGÊNESE NO EXERCÍCIO AERÓBIO**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2015

Rhayda Mellissa Sousa Fontes

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO COM CAFEÍNA
SOBRE O DESEMPENHO FÍSICO
E A TERMOGÊNESE NO EXERCÍCIO AERÓBIO**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Treinamento Esportivo da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Treinamento Esportivo.

Orientador: Prof. Dr. Samuel Penna Wanner

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2015



UFMG

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Departamento de Esportes
Curso de Especialização em Treinamento Esportivo
Tel: (0xx31) 3409-2342 / 3409-2341 – Fax: 3409-2304
E-mail: treinamento@eeffto.ufmg.br

Monografia intitulada Efeitos da suplementação com cafeína sobre o desempenho físico e a termogênese no exercício aeróbio, de autoria da pós-graduanda Rhayda Mellissa Sousa Fontes, defendida em 11/12/2015, na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais e submetida à banca examinadora composta pelos professores:

Prof. Ms. Rafael Silva Valle de Almeida
Departamento de Esportes
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Universidade Federal de Minas Gerais

Prof. Ms. Ytalo Mota Soares
Departamento de Esportes
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Universidade Federal de Minas Gerais

Profa. Dra. Kátia Lúcia Moreira Lemos
Coordenadora do Curso de Especialização em Treinamento Esportivo
Departamento de Esportes
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
Universidade Federal de Minas Gerais

Belo Horizonte, 11/12/2015.

Dedico este trabalho aos meus pais Walter e Sônia, por todo apoio, carinho e paciência, além de oferecer-me tudo o que podiam para minha constituição como pessoa e profissional ao longo da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, porque “dEle, por Ele e para Ele são todas as coisas” (Romanos 11:36). Graças te dou Senhor, pois fostes minha companhia inseparável durante todo o tempo e por cumprires os Seus propósitos na minha vida!

Aos meus pais, protagonistas incontestes que desempenham tão bem esse papel e ensinaram-me a viver com dignidade. Por anos planejaram e construíram a base do meu futuro, para juntos celebrarmos as conquistas.

Ao meu avô Geraldo, meus irmãos Thaís, Carla e Walter Júnior, minha sobrinha Letícia, meu noivo John e meus cunhados Gustavo e Diego que de forma especial forneceram-me palavras de encorajamento, apoio e companheirismo.

Aos demais familiares que, de alguma forma contribuíram para a concretização deste sonho, especialmente ao meu primo Fernando pela companhia durante às viagens rumo à BH.

Às colegas de curso, Mariana, Júlia e Nara pela amizade desenvolvida durante esse processo. Em especial à Juliane, seu esposo Leonardo e sua filha Manú pelo acolhimento e todo carinho.

Ao professor Samuel pela paciência na orientação e compreensão que tornaram possível a execução e conclusão deste trabalho.

Aos professores do Unileste-MG, Heloísa Thomaz, Iula Lamounier e Tasso Coimbra, pelos aconselhamentos e incentivo desde a graduação.

“Para que todos vejam, e saibam, e considerem, e juntamente entendam que a mão do Senhor fez isto [...]”. (Isaías 41:20)

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo identificar por meio de uma revisão bibliográfica os possíveis mecanismos do uso da cafeína como recurso ergogênico no exercício físico aeróbio, assim como seus efeitos termogênicos. Para tanto, foi realizada uma busca de artigos em diferentes bases de dados *on-line*, sem limite de data, com os termos “cafeína”, “termogênese”, “efeito ergogênico”, “exercício físico”, “exercício aeróbio”, e seus similares em inglês, de forma isolada e combinada. Foram considerados os estudos experimentais realizados em humanos e animais, informações apresentadas em artigos de revisão sobre os temas isoladamente e informações divulgadas em livros. Os achados descritos nesta revisão de literatura apontam a cafeína como um agente ergogênico eficiente em exercícios físicos aeróbios, sobretudo após a ingestão de doses entre 3 e 6 mg/kg do peso corporal. Esses efeitos ergogênicos promovidos pela cafeína são mediados por ações centrais, musculares ou por ações relacionadas ao favorecimento do uso de lipídeos como substratos energéticos. Com relação aos efeitos termogênicos provocados pelo consumo agudo da cafeína, existem evidências indicando que a cafeína induz o aumento da concentração plasmática de noradrenalina, o que está relacionado à maior oxidação de ácidos graxos livres e ao aumento da taxa metabólica tanto em repouso quanto após o exercício. Dessa forma, a ingestão de cafeína pode ser uma estratégia nutricional importante que auxilie no processo de emagrecimento.

Palavras-chave: Recurso ergogênico. Termogênese. Desempenho físico.

ABSTRACT

This study aimed to identify through a literature review the mechanisms that underlie the use of caffeine as an ergogenic aid in endurance exercise, as well as the caffeine-mediated thermogenic effects. For this, a search for articles on different online databases was carried out, without any time restriction, using the following terms "cafeína", "termogênese", "efeito ergogênico", "exercício", "exercício aeróbico" and their corresponding terms in English, both in isolation or in combination. The following sources were included in this review: experimental studies conducted in humans and animals, information presented in review articles about the topics and information disclosed in books. The findings described in this literature review indicate caffeine as an effective ergogenic agent during aerobic exercises, especially after the ingestion of doses ranging from 3 to 6 mg/kg of body weight. These ergogenic effects caused by caffeine are mediated by actions at the central nervous system, muscle and actions favoring the use of lipids as energy substrates. Regarding the thermogenic effects caused by the acute consumption of caffeine, there is evidence indicating that caffeine augments plasma concentrations of norepinephrine, which is related to increased oxidation of free fatty acids and increased metabolic rate both at rest and after the exercise. Thus, the intake of caffeine may be an important nutritional strategy that helps in weight loss.

Keywords: Ergogenic supplement. Thermogenesis. Physical performance.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Objetivo	11
2	MÉTODOS	12
3	USO DA CAFEÍNA COMO RECURSO ERGOGÊNICO	13
4	CAFEÍNA E DESEMPENHO AERÓBIO	17
5	CAFEÍNA E TERMOGÊNESE EM REPOUSO	19
6	CAFEÍNA E TERMOGÊNESE NO EXERCÍCIO AERÓBIO	20
7	CONCLUSÃO	22
	REFERÊNCIAS.....	23

1 INTRODUÇÃO

A importância de realizar exercícios físicos é amplamente divulgada nos meios de comunicação, uma vez que a prática regular de exercícios pode auxiliar na prevenção das doenças crônicas não-transmissíveis (NÓBREGA *et al.*, 2013; TAN; LI; WANG, 2012), na melhoria da flexibilidade (CARNEIRO *et al.*, 2015; RUZENE; NAVEGA, 2014) e dos aspectos sociais e psicológicos (FREIRE *et al.*, 2015), no aumento da massa corporal magra e da força muscular (CHURCHWARD-VENNE *et al.*, 2015; FARINATTI *et al.*, 2013), e na prevenção das doenças osteomusculares, tais como a sarcopenia (CEDERHOLM; MORLEY, 2015; MARTONE *et al.*, 2015) e a osteoporose (PASCO *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2015), dentre outros benefícios.

Em adendo, o *ACSM (American College of Sports Medicine)* recomenda que para promover e/ou manter a saúde é importante praticar, no mínimo, 30 minutos de atividade moderada em cinco dias por semana, ou 20 minutos de atividade intensa em três dias por semana (HASKELL *et al.*, 2007). Nesse contexto, a população tem agregado os programas de exercícios físicos ao seu cotidiano. O levantamento realizado pela Vigitel 2014 (Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico) em todo território brasileiro revelou que 35,3% da população faz ao menos 150 minutos de exercícios físicos semanais, o que representa um aumento de 18% nos últimos seis anos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2015).

Concomitantemente, grande parte dos praticantes de exercícios físicos recorre aos recursos ergogênicos (NOGUEIRA *et al.*, 2015; MENON; SANTOS, 2012; LIMA; MORAES; KIRSTEN, 2010), que são substâncias ou artifícios com a finalidade de melhorar o desempenho nas atividades (WILLIAMS; BRANCH, 1998). Tirapegui e Castro (2005) subdividem esses recursos ergogênicos em cinco grupos: mecânicos, fisiológicos, psicológicos, farmacológicos e nutricionais. Contudo, os recursos nutricionais possuem destaque em função do crescimento significativo da suplementação alimentar, seja por esportistas (MAUGHAN; GREENHAFF; HESPEL, 2011; MAUGHAN; DEPIESSE; GEYER, 2007) ou praticantes não-atletas (MOREIRA; RODRIGUES, 2014). Premissas como o aumento da força muscular e a redução do excesso de gordura fazem com que os suplementos alimentares sejam associados, tanto ao treinamento de força como às atividades aeróbicas cíclicas

(BACURAU, 2009). No entanto, vale salientar que, muitas vezes, o uso de alguns produtos inicia-se por recomendação de pessoas não habilitadas e até mesmo sem qualquer critério de indicação (ALTIMARI *et al.*, 2005; HASKELL; KIERNAN, 2000). Uma pesquisa realizada por Silva e Marins (2013) com jovens atletas de ambos os sexos reportou que, dos usuários de recursos ergogênicos nutricionais, apenas 12% recebeu prescrição de nutricionista ou de médico. De maneira semelhante, Bailey *et al.* (2013) revelaram que 77% dos entrevistados usuários de suplementos relatou fazer o uso sem a prescrição de um profissional competente.

Dentre as diversas classes de suplementos, os termogênicos são muito utilizados pelos praticantes de exercícios físicos. Bacurau (2009) relata que os termogênicos ocasionam o aumento da taxa metabólica, variável relacionada ao gasto energético, e conseqüentemente, da temperatura corporal interna. Ainda de acordo com esse autor, ação termogênica refere-se à transformação das calorias provindas da gordura corporal e da alimentação em energia térmica. Um desses produtos é a cafeína, substância encontrada em vários alimentos de acesso fácil e barato tais como café, chá, chocolate e guaraná (HURSEL *et al.*, 2014; BRUNETTO; RIBEIRO; FAYH, 2010; BARONE; ROBERTS, 1996; CLARKSON, 1993) e presente em cerca de 63 espécies diferentes de plantas (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2001), fatores esses que a tornam popular e muito utilizada (BRUNETTO; RIBEIRO; FAYH, 2010).

Alguns estudos demonstraram a eficácia da cafeína no favorecimento do uso de lipídeos como fonte de energia durante o exercício, no aumento do gasto energético e no emagrecimento (KREIDER *et al.*, 2010; BRACCO *et al.*, 1995). Em consonância com esses efeitos fisiológicos, segundo a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), o uso de suplementos à base de cafeína é destinado ao aumento do desempenho em exercícios físicos de longa duração, mediante Resolução nº 18/2010 sobre alimentos para atletas (BRASIL, 2010).

Contudo, é importante ressaltar que, quando ingerida em excesso ou por pessoas sensíveis aos seus componentes, a cafeína pode ocasionar insônia, dores de cabeça, irritação, ansiedade, distúrbios gastrintestinais e ainda aumentar os riscos de câncer na bexiga (MAUGHAN; BURKE, 2004; GARRETT JR; WILLIAM; KIRKENDALL, 2003; ALTIMARI *et al.*, 2001). Esses efeitos ocorrem pelo fato de essa substância agir em diferentes tecidos corporais e desencadear inúmeros efeitos, como a liberação de diferentes hormônios e a interferência na função dos

músculos esquelético e cardíaco devido ao aumento da atividade simpática (MAUGHAN; BURKE, 2004). Assim, tal fato é importantíssimo, principalmente para indivíduos que tenham restrições cardiovasculares, conforme dados relatados por Cazé e colaboradores (2010) em estudo realizado com indivíduos hipertensos fisicamente ativos. Os resultados desse estudo demonstraram que a ingestão de cafeína induziu aumentos tanto na pressão arterial sistólica quanto na diastólica antes e após a prática de exercício aeróbio. Em relação à população normotensa, a investigação de Cavalcante e colaboradores (2000) com jovens saudáveis evidenciou elevação significativa dos valores basais da pressão arterial diastólica após 24 horas da administração da cafeína.

Além desses, outros efeitos fisiológicos induzidos pela cafeína são apontados na literatura. Quanto ao tecido ósseo, os resultados de Hallstrom e colaboradores (2006) indicaram risco moderadamente aumentado de fraturas osteoporóticas frente à ingestão diária de 330 mg. Em consonância, Duarte e colaboradores (2009) concluíram que uma dosagem elevada de cafeína, apesar de não alterar a densidade óssea, pode prejudicar o processo inicial de formação óssea. No estudo supracitado, o total de cafeína administrado diariamente nos ratos era de 10 mg/100g peso corpóreo, quantidade que em humanos equivale a 19 mg/kg, equiparando-se ao consumo de 16 xícaras de café por dia.

Dessa forma, considerando a ingestão orientada e adequada, acredita-se que a cafeína possa atuar como um potente recurso ergogênico nutricional durante o exercício físico, particularmente durante exercícios físicos de características aeróbias. Assim, torna-se importante investigar alguns aspectos fisiológicos, especialmente aqueles relacionados aos efeitos termogênicos dessa substância.

1.1 Objetivo

Identificar por meio de uma revisão bibliográfica os possíveis mecanismos que justifiquem o uso da cafeína como recurso ergogênico no exercício físico aeróbio, assim como seus efeitos termogênicos.

2 MÉTODOS

A busca de artigos foi realizada nas bases de dados *on-line PubMed, Science Direct, Scielo, Lilacs* e Google Acadêmico, sem limite de data. Para tanto, foram utilizados os termos “cafeína”, “termogênese”, “efeito ergogênico”, “exercício físico”, “exercício aeróbio” e seus similares em inglês, de forma isolada ou combinada. Foram considerados os estudos realizados em humanos e animais publicados na literatura nacional e internacional. Além disso, a presente revisão incluiu informações apresentadas em artigos de revisão sobre os temas isoladamente e informações divulgadas em livros.

Das 113 referências encontradas, 108 foram incluídas no presente estudo, sendo: 96 artigos científicos, 9 livros e 3 dados *on-line*. As 5 referências excluídas não retratavam especificamente os efeitos termogênicos da cafeína.

3 USO DA CAFEÍNA COMO RECURSO ERGOGÊNICO

O sucesso no esporte de rendimento está associado a muitos fatores, como a herança genética, a rotina de treinamento, os hábitos alimentares e, inclusive, a utilização de recursos ergogênicos (WILLIAMS, 2002). Atualmente, frente às premissas de melhoria com o uso desses recursos, é possível perceber que a população não atleta também tem utilizado esses artifícios. Entende-se por recursos ergogênicos os meios usados com o intuito de aumentar a potência física, a força mental e a eficiência mecânica (TIRAPEGUI; CASTRO, 2005). Os recursos ergogênicos de natureza nutricional atuam no retardamento da fadiga muscular e no aumento da capacidade contrátil do músculo esquelético e/ou cardíaco, contribuindo assim para a melhora do desempenho físico (COYLE, 2004; JUHN, 2003; PIPE; AYOTTE, 2002). É interessante ressaltar que existe uma grande oferta desses recursos, incluindo a oferta de macronutrientes (carboidratos, proteínas e alguns tipos de ácidos graxos), vitaminas e minerais.

Os suplementos da classe dos termogênicos têm se popularizado consideravelmente entre os praticantes de exercícios físicos. Esses produtos induzem termogênese, definida como a produção de calor por meio da energia liberada por reações químicas (LOWELL; SPIEGELMAN, 2000), sendo que a cafeína tem sido demonstrada como uma das substâncias mais eficientes nesse processo (KALMAN *et al.*, 2002). Wilmore e Costill (1999) afirmam que indivíduos que usam a cafeína se sentem mais fortes, competitivos e acreditam poder realizar um esforço mais prolongado antes que ocorra o início da fadiga e que, caso estejam fatigados antecipadamente, a sensação de fadiga é minimizada. Nesse sentido, a cafeína é utilizada como substância ergogênica de forma aguda, normalmente antes ou durante a realização de exercícios físicos (GOLDSTEIN *et al.*, 2010; BURKE, 2008; NABHOLZ, 2007).

A cafeína é um alcalóide do grupo chamado metilxantinas, diferindo-se das demais substâncias desta classe pela presença de um terceiro grupo metilo, identificado como 1, 3, 7 trimetilxantina (ASTORINO; ROBERSON, 2010; DALY, 2007). A maior parte da metabolização da cafeína ocorre no fígado, inicialmente com a remoção dos grupos metila 1 e 7, catalisada pelo citocromo P450 1A2, o que possibilita a formação de três grupos metilxantina (KALOW; TANG, 1993). Outros

tecidos, incluindo o cérebro e os rins, desempenham papel importante na produção de citocromo P450 1A2, e assim, no metabolismo da cafeína (GOASDUFF *et al.*, 1996).

O início do uso da cafeína data de muitos séculos e, consensualmente, é considerada a droga psicoativa mais comumente ingerida em todo o mundo (TEMPLE, 2009; FISONE; BORGKVIST; USIELLO, 2004; HARLAND, 2000). Embora não se saiba ao certo quando o homem começou a consumir alimentos cafeinados, acredita-se que a sua descoberta tenha ocorrido na era paleolítica (PAULA FILHO; RODRIGUES, 1985). De acordo com Hullemann e Metz (1982), a utilização da cafeína no mundo esportivo tornou-se evidente em 1879, quando diversos participantes da série “*Astley Belt*”, especificamente da corrida de seis dias de Nova York, utilizaram produtos estimulantes, inclusive à base dessa substância, a fim de resistir ao grande esforço exigido. Porém, no início da década de 80, a utilização indiscriminada de cafeína por parte de atletas fez com que essa fosse considerada proibida pelo Comitê Olímpico Internacional (SINCLAIR; GEIGER, 2000; SPRIET, 1995). Foi a partir dos Jogos Olímpicos de Los Angeles, em 1984, que o seu uso tornou-se evidente novamente, quando alguns membros da equipe de ciclismo dos Estados Unidos declararam publicamente terem usado cafeína durante as competições (ROGERS, 1985). Até final de 2003, a cafeína constava na lista de substâncias proibidas pela WADA (*World Anti-Doping Agency*), na classe de estimulantes (A). Posteriormente, a WADA retirou a cafeína dessa lista, incluindo-a em um programa de monitoramento, realizado por meio de acompanhamento na incidência de detecção do uso de cafeína pelos atletas (WORLD ANTI-DOPING AGENCY, 2004).

A cafeína caracteriza-se pela potência de suas ações farmacológicas sobre o SNC (Sistema Nervoso Central) (GEORGE, 2000). Ademais, trata-se de uma substância capaz de excitar ou restaurar as funções cerebrais e bulbares apesar de não ser considerada uma droga terapêutica (BUCCI, 2000; SINCLAIR; GEIGER, 2000). Através da estimulação do SNS (Sistema Nervoso Simpático), a ingestão de cafeína propicia o aumento da liberação das catecolaminas no plasma, entre elas a adrenalina, que é responsável por efeitos como a vasodilatação e a glicogenólise (GARRETT JR; WILLIAM; KIRKENDALL, 2003). Já o efeito da cafeína no músculo esquelético está relacionado ao aumento da permeabilidade do retículo sarcoplasmático ao cálcio, uma vez que esse íon é importante na contração

muscular. Essa facilitação da ação do cálcio aumenta a atividade da bomba de sódio e potássio, favorecendo a contração muscular. Além disso, pode ocorrer o aumento do acoplamento excitação-contração em função da sensibilidade das miofibrilas aos íons de cálcio, de forma a aumentar a força de contração (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2001; WILMORE; COSTIL, 1999).

De forma geral, três teorias tentam explicar o efeito ergogênico da cafeína durante o exercício físico:

1ª) efeito direto da cafeína em alguma área do SNC, o que pode afetar a percepção subjetiva de esforço e/ou a propagação dos sinais neurais entre o cérebro e a junção neuromuscular (SPRIET, 1995).

Segundo Davis e colaboradores (2003), os efeitos ergogênicos da cafeína são mediados principalmente pelo bloqueio central dos receptores da adenosina, o que neutraliza os efeitos inibidores sobre a excitabilidade neural, aumentando assim a secreção de neurotransmissores na fenda sináptica e a excitação. Isso foi demonstrado em seu estudo com ratos, uma vez que a cafeína administrada diretamente no sistema nervoso central (via intracerebroventricular), mesmo em uma dose muito baixa, aumentou o desempenho em 60% na esteira rolante, enquanto que a administração periférica (via intraperitoneal) não surtiu nenhum efeito. Esses autores concluíram a partir dos resultados que a cafeína pode agir especificamente no SNC para retardar a fadiga, pelo menos em parte, bloqueando os receptores de adenosina, pois a cafeína atravessa facilmente a barreira hematoencefálica.

2ª) efeito direto da cafeína sobre co-produtos do metabolismo do músculo esquelético, o que pode ocasionar: a) alteração de íons, como o sódio e o potássio; b) inibição da PDE (Fosfodiesterase), o que possibilita um aumento na concentração de AMPc (Adenosina Monofosfato Cíclica); c) efeito direto sobre a regulação metabólica de enzimas semelhantes às PHOS (Fosforilases); e d) aumento na mobilização de cálcio por meio do retículo sarcoplasmático, contribuindo para a potencialização da contração muscular (SINCLAIR; GEIGER, 2000; SPRIET, 1995).

3ª) refere-se ao aumento na oxidação das gorduras e à redução na oxidação de CHO (carboidratos). Supõe-se que a cafeína gera um aumento na mobilização dos ácidos graxos livres dos tecidos e/ou nos estoques intramusculares, proporcionando o aumento da oxidação da gordura muscular e a redução da oxidação de CHO (SINCLAIR; GEIGER, 2000).

A cafeína apresenta particularidades em comparação a outras por produzir efeitos ergogênicos em vários protocolos de exercícios, desde os de alta intensidade e de curta duração até os submáximos e prolongados (MAUGHAN; BURKE, 2004). Porém, é interessante verificar que, embora haja evidências da melhoria no desempenho aeróbio quando ingerida antes e/ou durante exercícios prolongados (GOLDSTEIN *et al.*, 2010; KREIDER *et al.*, 2010; MAUGHAN; BURKE, 2004), ainda não há consenso na literatura quanto à sua ação no exercício anaeróbico. Dessa forma, alguns estudos não evidenciaram qualquer efeito ergogênico da cafeína no desempenho anaeróbico (WOOLF; BIDWELL; CARLSON, 2009; CROWE; LEICHT; SPINKS, 2006; COLLOMP *et al.*, 1991). Em contrapartida, outras investigações reportaram tais efeitos após a suplementação de cafeína (WOOLF; BIDWELL; CARLSON, 2008; WILES *et al.*, 2006; ANSELME *et al.*, 1992). De acordo com Altimari e colaboradores (2006), essa divergência entre as investigações relaciona-se às dificuldades na interpretação dos resultados produzidos em função dos diferentes delineamentos utilizados, das diferentes doses de cafeína administradas, das diferenças entre os protocolos experimentais, que muitas vezes combinam exercícios predominantemente aeróbios, da falta de maior rigidez metodológica no controle de variáveis supostamente envolvidas no processo de determinação de desempenho, dentre outras.

Vale ressaltar que a sensibilidade para uma mesma dose de cafeína varia entre diferentes indivíduos (BELL; MCLELLAN, 2002), e que a administração repetida de cafeína pode induzir a tolerância (ZANCHETA *et al.*, 2012). Isso significa que a magnitude dos efeitos ergogênicos oriundos da ingestão de cafeína varia entre os seus usuários e que em longo prazo, pode não ser suficiente para aumentar o desempenho físico.

4 CAFEÍNA E DESEMPENHO AERÓBIO

Embora o mecanismo exato responsável pelos efeitos ergogênicos da cafeína ainda seja incerto, alguns estudos sugerem que sua ingestão induza o aumento da oxidação lipídica e a redução da oxidação de CHO, de forma a elevar a mobilização dos AGLs (Ácidos Graxos Livres) no sangue e/ou de triglicerídeos intramuscular e, assim, preservar os estoques de glicogênio muscular, permitindo prolongar o esforço físico (HIGGINS; TUTTLE; HIGGINS, 2010; MAUGHAN; KING; LEA, 2004; COX *et al.*, 2002). Acredita-se que esse mecanismo ocorra de duas formas: a) indiretamente por meio do aumento na produção de catecolaminas circulantes, particularmente a adrenalina; ou b) diretamente antagonizando os receptores de adenosina (DAVIS *et al.*, 2003). A adenosina, por sua vez, é um importante regulador do metabolismo lipídico, que inibe a mobilização dos AGLs, permitindo o aumento da oxidação da gordura intramuscular (GRAHAM, 2001; SPRIET, 1995; COSTILL; DALSKY; FINK, 1978).

Ainda entre as décadas de 60 e 80, vários estudos já documentavam o efeito positivo da cafeína sobre a mobilização de AGLs e conseqüentemente, no aprimoramento do desempenho nos exercícios prolongados (POWERS *et al.*, 1983; ESSIG; COSTILL; VAN HANDEL, 1980; IVY *et al.*, 1979, COSTILL; DALSKY; FINK, 1978; BELLET; KERSHBAUM; FINK, 1968). Desde então muitos pesquisadores procuraram investigar os possíveis efeitos ergogênicos da referida substância sobre o desempenho, especialmente aeróbio. Os resultados encontrados por Altimari e colaboradores (2000) em uma revisão de literatura demonstraram efeito ergogênico do uso da cafeína em exercícios físicos de média e longa duração em 75% dos estudos revisados. Adicionalmente, apontaram diferentes respostas fisiológicas e metabólicas após a administração da cafeína. Esses autores ainda observaram que a dosagem de cafeína é determinante na melhora do desempenho, uma vez que o desencadeamento das respostas fisiológicas e metabólicas está associado à quantidade ingerida de forma que, embora doses entre 3 e 10 mg/kg de peso corporal possam melhorar a performance, o intervalo ótimo é de 3 a 6 mg/kg. Esse achado permite inferir que a estimulação oferecida pela ingestão de doses mais elevadas acima de 6 mg/kg de cafeína não representará em nenhum benefício adicional ao desempenho (ASTORINO; ROBERSON, 2010; BELL; MCLELLAN,

2002; GRAHAM, 2001). Cabe salientar que, dose de 8 mg/kg é considerada “*doping*” enquanto doses de 10-15 mg/kg são tóxicas, podendo provocar distúrbios gastrointestinais, arritmia, ansiedade e alucinações (GRAHAM, 2001).

Além disso, Doherty e Smith (2004) realizaram uma meta-análise cujo objetivo foi analisar os efeitos da cafeína sobre a PSE (Percepção Subjetiva do Esforço) durante e após o exercício físico. Os resultados reportaram que a cafeína reduz a PSE em cerca de 6% durante o exercício, o que pode, em parte, explicar os efeitos ergogênicos da cafeína sobre o desempenho físico.

5 CAFEÍNA E TERMOGÊNESE EM REPOUSO

O gasto energético diário pode ser dividido em três componentes: TMR (Taxa Metabólica de Repouso), efeito térmico do alimento e gasto energético associado com a atividade física (LEVINE *et al.*, 2001). Existem evidências que a TMR aumenta nos 90 minutos seguintes após o consumo de 300 mg de cafeína (LEBLANC *et al.*, 1985; POEHLMAN *et al.*, 1985), o que permite o aumento do gasto energético. Além disso, Poehlman e colaboradores (1985) propõem que a maior utilização de AGLs, provocada pela maior ação do SNS e pelo aumento da concentração celular de AMPc, também pode aumentar o gasto energético. Esses autores também acreditam que a maior utilização de AGLs seja uma das respostas termogênicas causadas pela ingestão de cafeína. Greenberg, Boozer e Geliebter (2006) relataram que o consumo habitual de 600 mg diárias de cafeína (equivalente a 6 xícaras de 225 ml) aumenta o gasto energético diário em aproximadamente 100 kcal/dia. Contudo, essa quantidade de café pode não representar as quantidades médias ingeridas pela população. Por outro lado, a combinação da cafeína com uma refeição e/ou o consumo desta substância em período pré-prandial podem aumentar o efeito térmico promovido pela alimentação (GREENBERG; BOOZER; GELIEBTER, 2006; ACHESON *et al.*, 1980).

Hursel e Westerterp-Plantenga (2009) atribuem a termogênese gerada pelo consumo da cafeína à inibição da enzima fosfodiesterase, a qual degrada AMPc intracelular, e também ao antagonismo do efeito modulatório negativo da adenosina no aumento secreção de noradrenalina. No entanto, é importante salientar que, o aumento da termogênese, lipólise e oxidação de ácidos graxos estimulados pelo consumo da cafeína parece ser observado com maior consistência em sujeitos não obesos (GREENBERG; BOOZER; GELIEBTER, 2006), uma vez que os sujeitos obesos apresentam menor sensibilidade aos estímulos lipolíticos em relação aos sujeitos não-obesos (ACHESON *et al.*, 1980).

6 CAFEÍNA E TERMOGÊNESE NO EXERCÍCIO AERÓBIO

Estudos demonstram que ingestão de cafeína promove melhorias rápidas e significativas no desempenho aeróbio tanto no período prévio ao exercício físico não competitivo (BELL; MCLELLAN, 2002) quanto no período prévio à competição (GRAHAM, 2001). Em adendo, o efeito ergogênico promovido pela cafeína pode estar relacionado com um atraso na fadiga em função de uma maior estimulação do SNS, que por sua vez deve-se à inibição da adenosina, o que permite maior excitabilidade neural e transmissão sináptica, possibilitando um maior estado de vigília (ASTORINO; ROBERSON, 2010).

Durante o exercício físico, a noradrenalina é secretada principalmente pelos terminais nervosos simpáticos, mas também, em menor quantidade, a partir da medula adrenal (PEDERSEN; HOFFMAN-GOETZ, 2000; OTTAWAY; HUSBAND, 1994). A concentração sanguínea desse mediador químico aumenta linearmente com a duração do exercício e exponencialmente com a intensidade do mesmo (PEDERSEN; HOFFMAN-GOETZ, 2000). Ahlquist (1980) verificou que a noradrenalina juntamente com a adrenalina estimula os receptores adrenérgicos α e β . Ademais, o exercício agudo promove liberação intensa dos hormônios lipolíticos e aumenta a responsividade dos receptores β -adrenérgicos dos adipócitos às catecolaminas (noradrenalina, adrenalina e dopamina) (WAHRENBERG *et al.*, 1987).

Segundo Horton e Geissler (1996), a cafeína quando combinada com efedrina, provoca uma potencialização da termogênese e aumenta ainda mais a secreção da noradrenalina. Conforme já relatado anteriormente, a cafeína também inibe a fosfodiesterase, aumentando a meia vida do AMPc e como consequência a atividade da PKA (Proteína Quinase A) e da LSH (Lípase Sensível a Hormônios) (CURI *et al.*, 2003; HORTON; GEISSLER, 1996). Desta forma, além do seu efeito estimulante no SNC que induz o aumento da concentração plasmática de noradrenalina, a cafeína estimula diretamente o processo lipolítico (BROUNS; VAN DER VUSSE, 1998).

Além disso, a maior atividade do SNC pode contribuir para manter a taxa metabólica pós-exercício elevada por meio do efeito denominado *EPOC* (*Excess Post Excercise Oxygen Consumption*) ou em tradução livre “consumo excessivo de

oxigênio após o exercício”, visto que a noradrenalina estimula a respiração mitocondrial e a função celular, facilitando a passagem de sódio e potássio através da membrana celular, aumentando a produção de ATP (Adenosina Trifosfato) e o uso de oxigênio (BORSHEIM *et al.*, 1998; BORSHEIM *et al.*, 1994; QUINN; VROMAN; KERTZER, 1994). Vale ressaltar que o emagrecimento é o resultado de um balanço energético diário negativo entre consumo e gasto energético e, portanto, a contribuição do EPOC em programas de emagrecimento tem sido investigada (HUNTER *et al.*, 1998). Nesse sentido, o *EPOC* é considerado um importante fator no controle do peso corporal, uma vez que o exercício físico sistematizado demanda uma energia extra além da prevista nas atividades físicas da vida diária (BAHR *et al.*, 1987). Em consonância, outros estudos relataram que a manutenção do metabolismo elevado durante a recuperação pós-exercício tem implicação importante na prescrição de programas de redução do peso corporal (HUNTER *et al.*, 1998; LAFORGIA *et al.*, 1997; QUINN; VROMAN; KERTZER, 1994; BROCKMAN; BERG; LATIN, 1993; GORE; WITHERS, 1990).

7 CONCLUSÃO

Os achados descritos nessa revisão de literatura apontam a cafeína como um agente ergogênico eficiente em exercícios físicos aeróbios, sobretudo após a ingestão de doses entre 3 e 6 mg/kg do peso corporal. Com relação aos efeitos termogênicos provocados pelo consumo agudo da cafeína, existem evidências científicas indicando que a cafeína induz o aumento da concentração plasmática de noradrenalina, o que está relacionado à maior oxidação de AGLs e ao aumento da taxa metabólica tanto em repouso quanto após o exercício. Dessa forma, a ingestão de cafeína pode ser uma estratégia nutricional importante que auxilie no processo de emagrecimento.

No entanto, vale salientar que a ingestão sem prescrição e orientação do profissional competente pode favorecer o aparecimento de efeitos colaterais, que podem influenciar negativamente o desempenho físico.

REFERÊNCIAS

- ACHESON, K. J.; ZAHORSKA-MARKIEWICZ, B.; PITTET, P.; ANANTHARAMAN, K.; JEQUIER, E. Caffeine and coffee: their influence on metabolic rate and substrate utilization in normal weight and obese individuals. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 33, n. 5, p. 989- 97, 1980.
- AHLQUIST, R. P. Historical perspective: Classification of adrenoreceptors. **J. Auton. Pharmacol.**, v. 1, n. 1, p. 101-7, 1980.
- ALTIMARI, L. R.; CYRINO, E. S.; ZUCAS, S. M.; BURINI, R. C. Efeitos ergogênicos da cafeína sobre o desempenho físico. **Paul. J. Phys. Educ.**, v. 14, n. 2, p. 141-58. 2000.
- ALTIMARI, L. R.; CYRINO, E. S.; ZUCAS, S. M.; OKANO, A. H.; BURINI, R. C. Cafeína: Ergogênico Nutricional no Esporte. **RBCM**, v. 9, n. 3, p. 57-64, 2001.
- ALTIMARI, L. R.; MELO, J.; TRINDADE, M.; TIRAPEGUI, M.; CYRINO, E. S. Efeito ergogênico da cafeína na performance em exercícios de média e longa duração. **Rev. Port. Cien. Desp.**, v. 5, n. 1, p. 87-101, 2005.
- ALTIMARI, L. R.; MORAIS, A. C.; TIRAPEGUI, J.; MOREAU, R. L. M. Cafeína e performance em exercícios anaeróbios. **Rev. Bras. Cienc. Farm.**, v. 42, n. 1, p. 17-27, 2006.
- ANSELME, F.; COLLOMP, K.; MERCIER, B.; AHMAIDI, S.; PREFAUT, C. Caffeine increases maximal anaerobic power and blood lactate concentration. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 65, n. 2, p. 188-91, 1992.
- ASTORINO, T. A.; ROBERSON, D. W. Efficacy of acute caffeine ingestion for short-term high-intensity exercise performance: a systematic review. **J. Strength. Cond. Res.**, v. 24, n. 1, p. 257-65, 2010.
- BACURAU, R. F. **Nutrição e suplementação esportiva**. 6. ed. São Paulo: Phorte, 2009. 290 p.
- BAHR, R.; INGNES, I.; VAAGE, O.; SEJERSTED, O. M.; NEWSHOLME, E. A. Effect of duration on excess postexercise O₂ consumption. **J. Appl. Physiol.**, v. 62, n. 2, p. 485-90. 1987.

BAILEY, R. L.; GAHCHE, M. P. H.; MILLER, P. E.; THOMAS, P. R.; DWYER, J. T. Why US Adults Use Dietary Supplements. **JAMA Intern. Med.**, v. 173, n. 5, p. 355-61, 2013.

BARONE, J. J.; ROBERTS, H. R. Caffeine consumption. **Food. Chem. Toxicol.**, v. 34, n. 1, p.119-29, 1996.

BELL, D. G.; MCLELLAN, T. M. Exercise endurance 1, 3, and 6 h after caffeine ingestion in caffeine users and nonusers. **J. Appl. Physiol.**, v. 93, n. 4, 1227-34, 2002.

BELLET, S.; KERSHBAUM, A.; FINK, E. M. Response of free fatty acids to coffee and caffeine. **Metabolism.**, v. 17, n. 8, p. 702-7, 1968.

BORSHEIM, E.; BAHR, R.; HANSSON, P.; GULLESTAD, L.; HALLÉN, J.; SEJERSTED, O. M. Effect of beta-adrenoceptor blockade on post-exercise oxygen consumption. **Metabolism.**, v. 43, n. 5, p. 565-71, 1994.

BORSHEIM, E.; KNARDAHL, S.; HOSTMARK, A. T.; BAHR, R. Adrenergic control of post-exercise metabolism: recovery processes after exercise. **Act. Physiol. Scand.**, v. 162, n. 3, p. 313-23, 1998.

BRACCO; D.; FERRARRA, J. M.; ARNAUD, M. J.; JEQUIER, E.; SCHUTZ, Y. Effects of caffeine on energy metabolism, heart rate, and methylxanthine metabolism in lean and obese women. **Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.**, v. 269, n. 4, p. 671–78, 1995.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 18**, de 27 de abril de 2010. Dispõe sobre alimentos para atletas. Diário Oficial da União, Brasília, n. 79, 28 abr. 2010. Seção 1. p. 211.

BROCKMAN, L.; BERG, K.; LATIN, R. Oxygen uptake during recovery from intense intermittent running and prolonged walking. **J. Sports Med. Phys. Fitness.**, v. 33, n. 4, p. 330-36, 1993.

BROUNS F.; VAN DER VUSSE, G. J. Utilization of lipids during exercise in human subjects: metabolic and dietary constraints. **Br. J. Nutr.**, v. 79, n. 2, p. 117-28, 1998.

BRUNETTO, D.; RIBEIRO, J. R.; FAYH, A. P. T. Efeitos do consumo agudo de cafeína sobre parâmetros metabólicos e de desempenho em indivíduos do sexo masculino. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v. 16, n. 3, p. 171-75, 2010.

BUCCI, L. R. Selected herbals and human exercise performance. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 72, n. 1, p. 624-36, 2000.

BURKE, L. M. Caffeine and sports performance. **Appl. Physiol. Nutr. Metab.**, v. 33, n. 6, p.1319-34, 2008.

CARNEIRO, N. H.; RIBEIRO, A. S.; NASCIMENTO, M. A.; GOBBO, L. A.; SCHOENFELD, B. J.; ACHOUR JÚNIOR, A.; GOBBI, S.; OLIVEIRA, A. R.; CYRINO, E. S. Effects of different resistance training frequencies on flexibility in older women. **Clin. Interv. Aging**, v. 10, n. 1, p. 531-38, 2015.

CAVALCANTE, J. W. S.; SANTOS JÚNIOR, P. R. M.; MENEZES, M. G. F.; MARQUES, H. O.; CAVALCANTE, L. P.; PACHECO, W. S. Influência da cafeína no comportamento da pressão arterial e da agregação plaquetária. **Arq. Bras. Cardiol.**, v. 75, n. 2. p. 97-101, 2000.

CAZÉ, F. R.; FRANCO, M. A. G.; PORPINO, P. K. S.; SOUZA, A. A.; PADILHAS, P. O.; SILVA, S. A. Influência da cafeína na resposta pressórica ao exercício aeróbio em sujeitos hipertensos. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v. 16, n. 5, p. 324-28, 2010.

CEDERHOLM, T. MORLEY, J. E. Sarcopenia: the new definitions. **Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care**, v. 18, n. 1, p. 1-4, 2015.

CHURCHWARD-VENNE, T. A.; TIELAND, M.; VERDIJK, L. B.; LEENDERS, M.; DIRKS, M. L.; GROOT, L. C. P. G. M.; LOON, L. J. C. V. There Are No Nonresponders to Resistance-Type Exercise Training in Older Men and Women. **J. Am. Med. Dir. Assoc.**, v. 16, n. 5, p. 400-11, 2015.

CLARKSON, P. M. Nutritional ergogenic aids: caffeine. **J. Int. Soc. Sports Nutr.**, v. 3, n. 1, p. 103-11, 1993.

COLLOMP, K.; AHMAIDI, S.; AUDRAN, M.; CHANAL, J. L.; PRÉFAUT, C. Effects of caffeine ingestion on performance and anaerobic metabolism during the Wingate test. **Int. J. Sports Med.**, v. 12, n. 5, p. 439-43, 1991.

COSTILL, D. L.; DALSKY, G.; FINK, W. Effects of caffeine ingestion on metabolism and exercise performance. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 10, n. 3, p. 155-58, 1978.

COX, G. R.; DESBROW, B.; MONTGOMERY, P. G.; ANDERSON, M. E.; BRUCE, C. R.; MACRIDES, T. A.; MARTIN, D. T.; MOQUIN, A.; ROBERTS, A.; HAWLEY, J. A.; BURKE, L. M. Effect of different protocols of caffeine intake on metabolism and endurance performance. **J. Appl. Physiol.**, v. 93, n.3, p. 990-99, 2002.

COYLE, E. F. Fluid and fuel intake during exercise. **J. Sports Sci.**, v. 22, n. 1, p. 39-55, 2004.

CROWE, M. J.; LEICHT, A. S.; SPINKS, W. L. Physiological and cognitive responses to caffeine during repeated, high-intensity exercise. **Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.**, v. 16, n. 5, p. 528-44, 2006.

CURI, R.; LAGRANHA, C. J.; GARCIA JÚNIOR, J. R.; PITHON-CURI, T. C.; LANCHÁ JÚNIOR, A. H.; PELLEGRINOTTI, Í. L.; PROCOPIO, J. Ciclo de Krebs como fator limitante na utilização de ácidos graxos durante o exercício aeróbico. **Arq. Bras. Endocrinol. Metab.**, v. 47, n. 2, p. 135-43, 2003.

DALY, J. W. Caffeine analogs: biomedical impact. **Cell. Mol. Life. Sci.**, v. 64, n. 16, p. 2153-69, 2007.

DAVIS, J. M.; ZHAO, Z.; STOCK, H. S.; MEHL, K. A.; BUGGY, J.; HAND, G. A. Central nervous system effects of caffeine and adenosine on fatigue. **Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.**, v. 284, n. 1, p. 399-404, 2003.

DOHERTY, M.; SMITH, P. M. Effects of caffeine ingestion on rating of perceived exertion during and after exercise: a meta-analysis. **Scand. J. Med. Sci. Sports**, v. 15, n. 1, p. 69-78, 2004.

DUARTE, P. M.; MARQUES, M. R.; BEZERRA, J. P.; BASTOS, M. F. The effects of caffeine administration on the early stage of bone healing and bone density: a histometric study in rats. **Arch. Oral. Biol.**, v. 54, n. 8, p. 717-22, 2009.

ESSIG, D. A.; COSTILL, D. L.; VAN HANDEL, P. J. Effects of caffeine ingestion on utilization of muscle glycogen and lipid during leg ergometer cycling. **Int. J. Sports. Med.**, v. 1, n. 2, p. 86-90, 1980.

FARINATTI, P. T. V.; GERALDES, A. A. R.; BOTTARO, M. F.; LIMA, M. V. I. C.; ALBUQUERQUE, R. B.; FLECK, S. J. Effects of different resistance training frequencies on the muscle strength and functional performance of active women older than 60 years. **J. Strength. Cond. Res.**, v. 8, n. 27, p. 2225-34, 2013.

FISONE, G.; BORGKVIST, A.; USIELLO, A. Caffeine as a psychomotor stimulant: mechanism of action. **Cell. Mol. Life. Sci.**, v. 61, n. 8, p. 857-72, 2004.

FREIRE, C. B.; DIAS, R. F.; SCHWINGEL, P. A.; FRANÇA, E. E. T.; ANDRADE, F. M. D.; COSTA, E. C.; CORREIA JÚNIOR, M. A. V. Qualidade de vida e atividade física em profissionais de terapia intensiva do sub médio São Francisco. **Rev. Bras. Enferm.**, v. 68, n. 1, p. 26-31, 2015.

GARRETT JR.; WILLIAM, E.; KIRKENDALL, D. T. **A ciência do exercício e dos esportes**. Porto Alegre: Artmed, 2003. 911 p.

GEORGE, A. J. Central nervous system stimulants. **Best. Pract. Res. Clin. Endocrinol. Metab.**, v. 14, n.1, p. 79-88, 2000.

GOASDUFF, T.; DREANO, Y.; GUILLOIS, B.; MENEZ, J. F.; BERTHOU, F. Induction of liver and kidney CYP 1A1/1A2 by caffeine in rat. **Biochem. Pharmacol.**, v. 52, n. 12, p. 1915-19, 1996.

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. **J. Int. Soc. Sports. Nutr.**, v. 7, n. 5, p. 1-15, 2010.

GORE, C. J.; WITHERS, R. T. Effect of exercise intensity and duration on postexercise metabolism. **J. Appl. Physiol.**, v. 68, n. 6, p. 2362-8, 1990.

GRAHAM, T. E. Caffeine and exercise: metabolism, endurance and performance. **Sports. Med.**, v. 31, n. 11, p. 111-38, 2001.

GREENBERG, J. A.; BOOZER, C. N.; GELIEBTER, A. Coffee, diabetes, and weight control. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 84, n. 4, 682-93, 2006.

HALLSTROM, H.; WOLK, A.; GLYNN, A.; MICHALSSON, K. Coffee, tea and caffeine consumption in relation to osteoporotic fracture risk in a cohort of Swedish women. **Osteoporosis. Int.**, v. 17, n. 7, p. 1055-64, 2006.

HARLAND, B. F. Caffeine and Nutrition. **Nutrition**, v. 16, n. 8, p. 522-26, 2000.

HASKELL, W. L.; KIERNAN, M. Methodologic issues in measuring physical activity and physical fitness when evaluating the role of dietary supplements for physically active people. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 72, n. 2, p. 41-50, 2000.

HASKELL, W. L.; LEE, I. M.; PATE, R. R.; POWELL, K. E.; BLAIR, S. N. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American college of sports medicine and the american heart association. **Circulation**, v. 116, n. 9, p. 1081-93, 2007.

HIGGINS, J. P.; TUTTLE, T. D.; HIGGINS, C. L. Energy beverages: content and safety. **Mayo. Clin. Proc.**, v. 85, n.11, p.1033-41, 2010.

HORTON, T. J.; GEISLER, C. A. Post-prandial thermogenesis with ephedrine, caffeine and aspirin in lean pre-disposed obese and obese women. **Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.**, v. 20, n. 2, p. 91-7, 1996.

HULLEMANN, K. D.; METZ, J. Doping. In: **Medicina Esportiva: Clínica e Prática**. São Paulo: Edusp, 1982, p. 213-35.

HUNTER, G. R.; WEINSIER, R. L.; BAMMAN, M. M.; LARSON, D. E. A role for high intensity exercise on energy balance and weight control. **Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.**, v. 22, n. 1, p. 489-93, 1998.

HURSEL, R.; JANSSENS, P. L. H. R.; BOUWMAN, F. G.; MARIMAN, E. C.; WESTERTERP-PLATENGA, M. S. The role of catechol-o-methyl transferase val (108/158) met polymorphism (rs4680) in the effect of green tea on resting energy expenditure and fat oxidation: a pilot study. **PLoS ONE**, v. 9, n. 9, p. 01-8, 2014.

HURSEL, R.; WESTERTERP-PLANTENGA, M. S. Green tea catechin plus caffeine supplementation to a high-protein diet has no additional effect on body weight maintenance after weight loss. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 89, n. 3, p. 822-30, 2009.

IVY, J. L.; COSTILL, D. L.; FINK, W. J.; LOWER, R. W. Influence of caffeine and carbohydrate feedings on endurance performance. **Med. Sci. Sports. Exerc.**, v. 11, n. 1, p. 6-11, 1979.

JUHN, M. S. Popular sports supplements and ergogenic aids. **Sports Med.**, v. 33, n. 12, p. 921-39, 2003.

KALMAN, D.; INCLEDON, T.; GAUNAURD, I.; SCHWARTZ, H.; KRIEGER, D. An acute clinical trial evaluating the cardiovascular effects of an herbal ephedra-caffeine weight loss product in healthy overweight adults. **Int. J. Obes.**, v. 26, n. 10, p. 1363-66, 2002.

KALOW, W.; TANG, B. K. The use of caffeine for enzymatic assays: A critical appraisal. **J. Pharmacol. Exp. Ther.**, v. 53, n. 5, p. 503-14, 1993.

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. Exercise e sport nutrition review: research e recommendations. **J. Int. Soc. Sports. Nutr.**, v. 7, n. 7, p. 1-43, 2010.

LAFORGIA, J.; WITHERS, R. T.; SHIPP, N. J.; GORE, C. J. Comparison of energy expenditure elevations after submaximal and supramaximal running. **J. Appl. Physiol.**, v. 82, n. 2, p. 661-6, 1997.

LEBLANC, J.; JOBIN, M.; COTE, J.; SAMSON, P.; LABRIE, A. Enhanced metabolic response to caffeine in exercise-trained human subjects. **J. Appl. Physiol.**, v. 59, n. 3, p. 832-37, 1985.

LEVINE, J.; MELANSON, E. L.; WESLERTEP, K. R.; HILL, J. O. Measurement of the components of nonexercise activity thermogenesis. **Am. J. Physiol.**, v. 281, n. 4, p. 670-5, 2001.

LIMA, L. D.; MORAES, C. M. B.; KIRSTEN, V. R. Dismorfia muscular e o uso de suplementos ergogênicos em desportistas. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v. 16, n. 6, p. 427-30, 2010.

LOWELL, B. B.; SPIEGELMAN, B. M. Towards a molecular understanding of adaptive thermogenesis. **Nature**, v. 404, n. 6778, p. 652-60, 2000.

MARTONE, A. M.; LATTANZIO, F.; ABBATECOLA, A. M.; LA CARPIA, D.; TOSATO, M.; MARZETTI, E.; CALVANI, R.; ONDER, G.; LANDI, F. Treating Sarcopenia in Older and Oldest Old. **Curr. Pharm. Des.**, v. 21, n. 13, p. 1715-22, 2015.

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

MAUGHAN, R. J.; DEPIESSE, F.; GEYER, H. The use of dietary supplements by athletes. **J. Sports. Sci.**, v. 25, n. 1, p.103-13, 2007.

MAUGHAN, R. J.; GREENHAF, P. L.; HESPEL, P. Dietary supplements for athletes: Emerging trends and recurring themes. **J. Sports. Sci.**, v. 29, n. 1, p. 57-66, 2011.

MAUGHAN, R. J.; KING, D. S.; LEA, T. Dietary supplements. **J. Sports. Sci.**, v. 22, n. 1, p. 95-113, 2004.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Nutrição para o desporto e o exercício**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 565 p.

MENON, D.; SANTOS, J. S. Consumo de proteína por praticantes de musculação que objetivam hipertrofia muscular. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v. 18, n. 1, p. 8-12, 2012.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Vigitel 2014**: Obesidade estabiliza no Brasil, mas excesso de peso aumenta. Disponível em: < <http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/secretarias/svs/noticias-svs/17455-obesidade-estabiliza-no-brasil-mas-excesso-de-peso-aumenta>>. Acesso em: 27 maio 2015.

MOREIRA, F. P.; RODRIGUES, K. L. Conhecimento nutricional e suplementação alimentar por praticantes de exercícios físicos. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v. 20, n. 5, p. 370-73, 2014.

NABHOLZ, T. V. **Nutrição esportiva**: aspectos relacionados à suplementação nutricional. São Paulo: Sarvier, 2007. 250 p.

NÓBREGA, T. K. S.; JÚNIOR, J. S. M.; BRITO, A. F.; GONÇALVES, M. C. R.; MARTINS, C. O.; SILVA, A. S. Prevalência do uso e efeitos de recursos ergogênicos por praticantes de musculação nas academias brasileiras: uma revisão sistematizada. **Rev. Bras. Ativ. Fís. Saúde**, v. 18, n. 1, p. 16-30, 2013.

NOGUEIRA, F. R. S.; BRITO, A. F.; VIEIRA, T. I.; OLIVEIRA, C. V. C.; GOUVEIA, R. L. B. Prevalência de recursos ergogênicos em praticantes de musculação na cidade de João Pessoa, Paraíba. **Rev. Bras. Cienc. Esporte**, v. 37, n. 1, p. 56-64, 2015.

OTTAWAY, C. A.; HUSBAND, A. J. The influence of neuroendocrine pathways on lymphocyte migration. **Immunol. Today**, v. 15, n. 11, p. 511-17, 1994.

PASCO, J. A.; HOLLOWAY, K. L.; BRENNAN-OLSEN, S. L.; MOLONEY, D. J.; KOTOWICZ, M. A. Muscle strength and areal bone mineral density at the hip in women: a cross-sectional study. **BMC Musculoskelet Disord.**, v. 16, n. 124, p. 01-6, 2015.

PAULA FILHO, U.; RODRIGUES, L. O. C. Estudo do efeito da cafeína em diferentes níveis de exercício. **Rev. Bras. Cienc. Esporte**, v. 6, n. 2, p. 139-46, 1985.

PEDERSEN, K. B.; HOFFMAN-GOETZ, L. Exercise and the immune system: regulation, integration and adaptation. **Physiol. Rev.**, v. 80, n. 3, p. 1055-81, 2000.

PIPE, A.; AYOTTE, C. Nutritional supplements and doping. **Clin. J. Sport. Med.**, v. 12, n. 4, p. 245-49, 2002.

POEHLMAN, E. T.; DESPRES, J. P.; BESSETTE, H.; FONTAINE, E.; TREMBLAY, A.; BOUCHARD, C. Influence of caffeine on the resting metabolic rate of exercise-trained and inactive subjects. **Med. Sci. Sports. Exerc.**, n. 17, v. 6, p. 689-94, 1985.

POWERS, S. K.; BYRD, R. J.; TULLEY, R.; CALLENDER, T. Effects of caffeine ingestion on metabolism and performance during graded exercise. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v. 50, n. 3, p. 301-7, 1983.

QUINN, T. J.; VROMAN, N. B.; KERTZER, R. Postexercise oxygen consumption in trained females: effect of exercise duration. **Med. Sci. Sports. Exerc.**, v. 26, n. 7, p. 908-13, 1994.

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

RUZENE, J. R. S.; NAVEGA, M. T. Avaliação do equilíbrio, mobilidade e flexibilidade em idosas ativas e sedentárias. **Rev. Bras. Geriatr. Gerontol.**, v. 17, n. 4, p. 785-93, 2014.

SILVA, A. A.; MARINS, J. C. B. Consumo e nível de conhecimento sobre recursos ergogênicos nutricionais em atletas. **Biosci. J.**, v. 29, n. 4, p. 1038-48, 2013.

SILVA, C. F. F.; AMORIM, P. R. S.; CARVALHO, C. J.; FARIA, M. M.; LIMA, L. M. Associação de força e nível de atividade física à densidade mineral óssea na pós-menopausa. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v. 21, n. 2, p. 117-21, 2015.

SINCLAIR, C. J. D.; GEIGER, J. D. Caffeine use in sport: a pharmacological review. **J. Sports. Med. Phys. Fitness**, v. 40, n. 1, p. 71-9. 77, 2000.

SPRIET, L. L. Caffeine and performance. **J. Int. Soc. Sports. Nutr.**, v. 5, n. 1, p. 84-99, 1995.

TAN, S.; LI, W.; WANG, J. Effects of six months of combined aerobic and resistance training for elderly patients with a long history of type 2 diabetes. **J. Sports. Sci. Med.**, v. 11, n. 3, p. 495-501, 2012.

TEMPLE, J. L. Caffeine use in children: What we know, what we have left to learn, and why we should worry. **Neurosci. Biobehav. R.**, v. 33, n. 6, p. 793-806, 2009.

TIRAPÉGUI, J.; CASTRO, I. A. Introdução a suplementação. In: TIRAPÉGUI, J. **Nutrição, metabolismo e suplementação na atividade física**. São Paulo: Atheneu, 2005. p. 131-136.

WAHRENBERG, H.; ENGFELDT, P.; BOLINDER, J.; ARNER, P. Acute adaptation in adrenergic control of lipolysis during physical exercise in humans. **Am. J. Physiol.**, v. 253, n. 4, p. 383-90, 1987.

WILES, J. D.; COLEMAN, D.; TEGERDINE, M.; SWAINE, I. L. The effects of caffeine ingestion on performance time, speed and power during a laboratorybased 1 km cycling time-trial. **J. Sports. Sci.**, v. 24, n. 11, p. 1165-71, 2006.

WILLIAMS, H. **Nutrição para a saúde, condicionamento físico e desempenho esportivo**. São Paulo: Manole, 2002. 500 p.

WILLIAMS, M. H.; BRANCH, D. Creatine supplementation and exercise performance: an update. **J. Am. Coll. Nutr.**, v. 17, n. 3. p. 216-34. 1998.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Fisiologia do Esporte e do Exercício**. São Paulo: Manole, 1999. 620 p.

WOOLF, K.; BIDWELL, W. K.; CARLSON, A. G. Effect of caffeine as an ergogenic aid during anaerobic exercise performance in caffeine naïve collegiate football players. **J. Strength. Cond. Res.**, v. 23, n. 5, p. 1363-69, 2008.

_____. The effect of caffeine as an ergogenic aid in anaerobic exercise. **Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Metab.**, v. 18, n. 4, p. 412-29, 2008.

WORLD ANTI DOPING AGENCY. Disponível em: <<http://www.wada-ama.org/en/t1.asp>>. Acesso em: 04 julho 2015.

ZANCHETA, R.; POSSI, A. P. M.; PLANETA, C. S.; MARIN, M. T. Repeated administration of caffeine induces either sensitization or tolerance of locomotor stimulation depending on the environmental context. **Pharmacol. Rep.**, v. 64, n. 1, p. 70-77, 2012.