Universidade Católica de Brasília

Pró-Reitoria Acadêmica
Escola de Saúde e Medicina
Curso de Nutrição
Trabalho de Conclusão de Curso

REAÇÕES ADVERSAS COM A SUPLEMENTAÇÃO DE CAFEÍNA VISANDO O EFEITO ERGOGÊNICO: UMA REVISÃO ESTRUTURADA.

Autor: Vanessa Souza Dantas
Orientador: Profª. Guilherme Mendes Falcão

Brasília - DF
2017

VANESSA SOUZA DANTAS

REAÇÕES ADVERSAS COM A SUPLEMENTAÇÃO DE CAFEÍNA VISANDO O EFEITO ERGOGÊNICO: UMA REVISÃO ESTRUTURADA.

Artigo apresentado ao curso de graduação em Nutrição da Universidade Católica de Brasília como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharel em Nutrição.

Orientador: Profª. Guilherme Mendes Falcão

Brasília
2017

REAÇÕES ADVERSAS COM A SUPLEMENTAÇÃO DE CAFEÍNA VISANDO O EFEITO ERGOGÊNICO: UMA REVISÃO ESTRUTURADA.

VANESSA SOUZA DANTAS

Resumo: A cafeína (1,3,7-trimetilxantina) é uma substância popularmente conhecida e que tem sido utilizada por esportistas em âmbito mundial visando o aperfeiçoamento do desempenho físico, sendo considerada como uma substância eficaz para essa finalidade. Seu potencial ergogênico vem sendo testado em exercícios físicos de diferentes modalidades e seus mecanismos de ação têm sido relacionados com todos os sistemas do corpo humano. Alguns efeitos adversos vêm sendo relacionados ao uso dessa substância, o que leva a necessidade de investigação a exposição dos indivíduos a cafeína e a dose segura para obter os benefícios de seu consumo sem a ocorrência de efeitos adversos relevantes. Na tentativa de esclarecer tal questionamento investigou-se por meio de uma revisão estruturada de artigos científicos dados pertinentes sobre o efeito ergogênico da cafeína e os efeitos adversos relacionados conforme a dose. Diante das informações apanhadas constatou-se que existem poucos relatos sobre efeitos adversos severos aos consumidores que utilizam a substância em excesso (≥500mg/dia) e que a sensibilidade individual dos indivíduos deve ser levada em conta ao considerar a dose diária segura dessa substância em indivíduos com baixa tolerância, servindo de base para pesquisas futuras. Doses de 3-6mg/kg/dia parecem ser eficientes e não estão relacionadas com a ocorrência de efeitos adversos relevantes para o desempenho atlético e para a saúde humana.

Palavras-chave: Cafeína; Efeito ergogênico; Efeitos adversos; Dose e tolerância;

ADVERSE REACTIONS WITH CAFFEINE SUPPLEMENTATION FOR THE ERGOGENIC EFFECT: A STRUCTURED REVIEW.

Abstract: Caffeine (1,3,7-trimethylxanthine) is a popularly known substance and has been used by athletes worldwide aiming at improving physical performance, being regarded as an effective substance for this purpose. Its ergogenic potential have been testing in physical exercises of different modalities and its mechanisms of action are been related to all systems of the human body. Some adverse effects are linked to the use of this substance, which leads to investigate the exposure of individuals to caffeine and the safe dosage to attain the benefits of its consumption without the occurrence of relevant adverse effects. In an attempt to clarify this questioning, was investigated in the scientific literature, through a structured review of articles, of adequate data on the ergogenic effect of caffeine and the related adverse effects according to a dose. In view of the information collected, was verified that there are few reports of severe adverse effects to consumers using an excess of this substance (≥500mg / day) and that individual sensitivity of the individuals should be taken into account when considering the safe daily dosage of this substance in individuals with low tolerance, serving as a basis for future research. Doses of 3-

6mg/kg/day seem to be efficient and not related to an occurrence of relevant adverse effects for athletic performance and for human health.

Keywords: Caffeine; Ergogenic effect; Adverse effects; Dose and tolerance;

INTRODUÇÃO

Sendo caracterizada como uma substância popularmente consumida em todos os países, a cafeína (1,3,7-trimetilxantina) está presente diariamente, sob diversas formas, na composição de várias bebidas e alimentos comumente utilizados no padrão alimentar humano, como cafés, guaranás, chás, refrigerantes, chocolates, guloseimas e até mesmo em medicamentos analgésicos e em um grande número de suplementos alimentares (ALTIMARI, 2006).

Neste sentido, a cafeína atualmente é considerada a substância psicoativa mais consumida em todo o mundo, por indivíduos de todas as faixas etárias e de diferentes sexos, independentemente da localização geográfica (SMIT; ROGERS, 2000).

Um dos principais contribuintes do consumo de cafeína na dieta humana é o café (MITCHELL et al. 2015), contudo, desde o final dos anos 80, o mercado de bebidas energéticas emergiu com outras opções de fontes de cafeína para o consumo humano (RICHARDS ; SMITH, 2016). Por ser um componente do padrão de ingestão dos indivíduos muito popular, os padrões de consumo foram recentemente pesquisados, relatando que cerca de 85% da população dos EUA ingere ao menos um produto contendo cafeína por dia (MITCHELL, et al. 2014) e que 89% da população dos EUA utiliza a cafeína de alguma forma na dieta (FULGONI et. al, 2015). O consumo do café em âmbito mundial mostra o ranking dos maiores consumidores de café nas cinco primeiras posições: Brasil, Estados Unidos, Colômbia, Alemanha e Japão (PENAFORT, 2013).

Por meio de uma ampla variação de fatores como doses e tempos de infusão existe uma variação no teor de cafeína presente nas bebidas e suplementos que aparecem no mercado, o que leva a investigar a exposição da cafeína aos indivíduos e a segurança em seu consumo (WIKOFF, 2017) relacionando os cuidados quanto ao impacto à saúde de seus consumidores. Segundo a literatura, o uso da cafeína pode desencadear uma série de repercussões sobre o sistema cardiovascular, a depender da quantidade ingerida e se os indivíduos que ingerem estão ou não habituados ao consumir produtos à base de cafeína. Após sua ingestão por via oral, a cafeína atinge seu pico plasmático cerca de uma hora após sua ingestão, sendo rapidamente absorvida e distribuída pelo corpo (LIMA, 2002).

Existem agências reguladoras em todo o mundo que avaliam a segurança da cafeína que buscam emitir orientações sobre as quantidades de ingestão diária segura dessa substância. Especialistas da agência de saúde do Canadá realizaram uma vasta pesquisa de literatura que concluiu que uma dose diária de até 400mg de cafeína ao dia não foi associada com o surgimento de efeitos adversos em adultos saudáveis. Também foi concluído que o consumo de até 300mg/dia por mulheres grávidas e 2,5mg/kg/dia para crianças não está relacionada com efeitos adversos à saúde humana (NAWROT et al. 2003).

Como alternativa de complementar determinadas deficiências advindas da dieta, suplementos alimentares são comumente utilizados por via oral. Em muitos dos casos, os suplementos são comercializados como substâncias ergogênicas, caracterizadas por serem capazes de melhorar ou aumentar a performance física (HALLAK, 2012).

A cafeína é então utilizada por meio de suplementação por poder, em tese, maximizar o desempenho de atletas por meio da mobilização de ácidos graxos livres do tecido adiposo, aumentando o suprimento de gordura ao músculo, suprimindo a utilização do glicogênio muscular e melhorando a função neuromuscular, prolongando o tempo de exercício e melhorando a fadiga. (ALTIMARI, 2006). Além disso, ainda segundo Altimari (2006), atua na melhora da contratilidade dos músculos esqueléticos e cardíacos e como um estimulante do SNC (sistema nervoso central), o que é benéfico em atividades que requerem concentração.

Outro efeito da cafeína seria o de cruzar a barreira hematoencefálica e antagonizar os efeitos da adenosina, conferindo altas concentrações de neurotransmissores estimulatórios e, dessa maneira, aumenta o estado de vigília e melhora o humor (SPRIET; GIBALA, 2004).

Além disso, os benefícios do uso da cafeína não se limitam ao desempenho esportivo, estando associado ao consumo a prevenção de inúmeras doenças crônicas, como alguns tipos de câncer, diabetes mellitus tipo 2, doenças renais, cardiovasculares, neurológicas, hepáticas e distúrbios endócrinos (NOSÁĽOVÁ et al., 2011).

O uso da cafeína associada com efeitos ergogênicos podem ser obtidos com a dose entre 3-6 mg/kg (GRAHAM, 2000). Dentre os efeitos adversos que estão associados com o consumo excessivo da substância, destacam-se: insônia, cefaleia, irritação gastrintestinal, tremores, hemorragias, agitação, distração mental, hiperestesias e diurese, sintomas dos quais estão envolvidos com a performance, podendo retardar ou prejudicar a capacidade esportiva (ALVES, 2009).

Foram achados na literatura aspectos positivos e negativos quanto aos efeitos provocados pela cafeína. Diante dos possíveis efeitos colaterais destacados com a suplementação, questiona-se a relação entre a dose segura recomendada diariamente aos indivíduos para alcançar os benefícios da utilização sem a ocorrência de efeitos adversos relevantes. Na tentativa de esclarecer tal questionamento, buscaram-se dados atuais na literatura científica sobre a relação entre dose/resposta e efeitos adversos com a suplementação buscando a melhora do desempenho esportivo, no empenho de verificar se os benefícios do uso superam os efeitos colaterais com o uso da cafeína em doses ergogênicas.

OBJETIVO GERAL

O objetivo desta revisão estruturada foi buscar na literatura a relação entre a suplementação de cafeína visando o efeito ergogênico e os seus possíveis efeitos adversos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

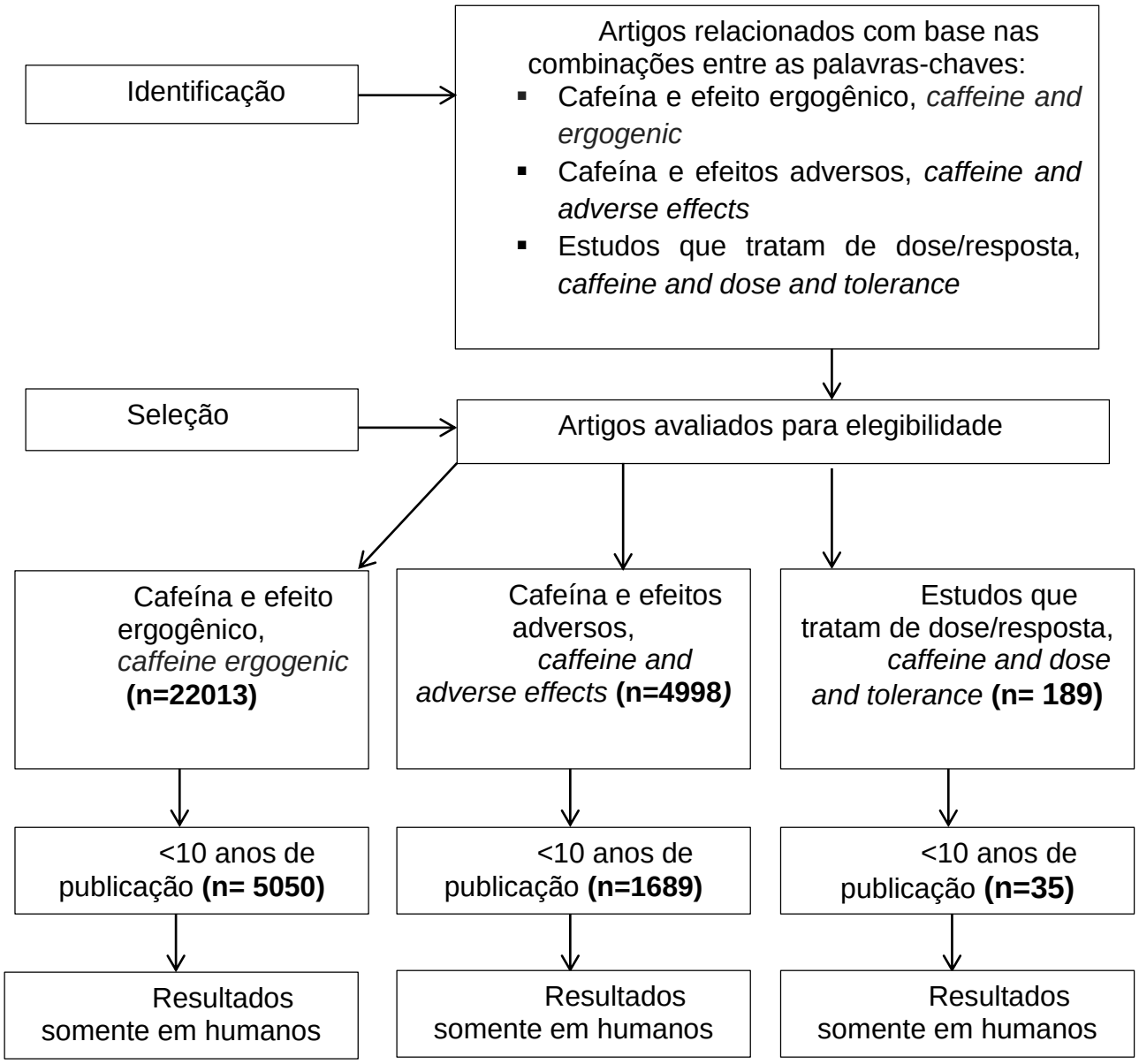
- Identificar os principais efeitos adversos da suplementação de cafeína.
- Determinar a dose resposta com o efeito ergogênico seguro para o uso.

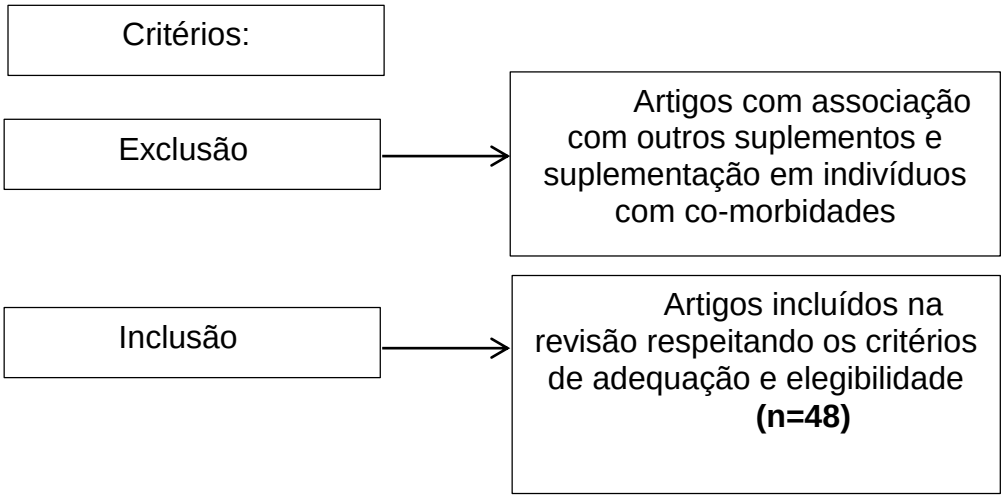
- Evidenciar qual valência física tem aprimoramento com a utilização da cafeína.
- Analisar se os benefícios da suplementação superam os possíveis efeitos adversos conforme a dose.

METODOLOGIA

O trabalho consiste em uma revisão de artigos feita por meio de pesquisa nas bases de dados Pubmed, Scopus, Biomedcentral, EBSCO, Springer, ACSM, Google Acadêmico, Scielo e Lilacs. A ferramenta de busca integrada para o achado de alguns artigos foi realizada com a combinação entre as palavras-chave: ‘’Cafeína e efeito ergogênico, *caffeine ergogenic”*, “cafeína e efeitos adversos, *caffeine and adverse effects”* e ‘’cafeína e dose e tolerância, *caffeine and dose and tolerance”.*

1. Fluxograma da revisão sistemática sobre o tema:





Fonte: Próprio autor.

Foram avaliados 48 artigos publicados no período de 2007 a 2017. Referências em outras datas foram utilizadas para embasamento sobre o contexto histórico da utilização da cafeína. Artigos selecionados com os idiomas inglês e português, respeitando os critérios de adequação e elegibilidade quanto ao tema do estudo.

RESULTADOS

METABOLISMO E EFEITOS ADVERSOS

A cafeína e um conjunto de outras substâncias químicas são metabolizados através da via do citocromo P450. Algumas intercorrências podem levar ao aumento dos níveis séricos da cafeína no organismo, justificadas ao fato de que existem inúmeras drogas que são metabolizadas pela mesma via metabólica. A individualidade biológica (peso, idade, sexo, fatores genéticos, etc) deve ser levada em conta ao considerar a metabolização da cafeína no organismo. Um teto de menos que 500mg de cafeína é considerado como uma dose segura a ser consumida diariamente, considerando uma dose mais baixa ou nenhuma ingestão de cafeína para pacientes com doenças cardíacas ou hepáticas (SEPKOWITZ, 2013).

A ingestão habitual de cafeína não parece influenciar nas concentrações séricas dessa substância (SKINNER et al, 2014). A cafeína é rapidamente absorvida pelo trato gastrointestinal, as suas concentrações no plasma e seu pico de ação são atingidas em cerca de mais ou menos 60 minutos. São necessárias cerca de 3 a 6 horas para que as concentrações da cafeína no sangue reduzam até a metade, em comparação com outros estimulantes que podem levar cerca de 10 horas. Apenas 3% de toda cafeína ingerida é excretada, embora seja facilmente detectada na urina. A proporção de excreção de cafeína pela urina é uma referência importante, visto que durante a execução de exercícios intensos as mulheres apresentam uma maior eliminação de cafeína do que os homens (ALTERMANN et al, 2012).

Não parece existir clara evidência na ciência de que o consumo exagerado da cafeína resulte em certo risco relevante para a saúde em pessoas saudáveis. O que ocorre é que devido à variabilidade biológica, uma mesma dose de cafeína pode levar a reações adversas em um indivíduo e provocar boa tolerabilidade em outra (TAVARES, 2012).

Dessa forma, para avaliar a dose-resposta visando à eficácia ergogênica e a segurança na utilização da cafeína, é preciso considerar que existem diferenças individuais na capacidade de resposta dos consumidores. De acordo com a literatura, a sensibilidade aos efeitos de aumento de desempenho e humor dos consumidores da cafeína está ligada aos níveis de ingestão habitual. Indivíduos com o consumo habitualmente elevado de cafeína são mais propensos a perceber os efeitos positivos da cafeína, o que parece contribuir para os níveis de uso (ATTWOOD, 2007).

Em contrapartida, a literatura também sugere que usuários com consumo habitualmente elevado da cafeína possam adquirir tolerância com o seu uso, o que leva a redução dos seus efeitos ergogênicos durante o exercício prologado. Além disso, de acordo com Fisher et al. (1986), usuários habituais devem se abster do uso da cafeína por cerca de 4 dias para maximizar as ações esperadas com a ingestão desse composto como agente ergogênico. Conforme o autor indivíduos com consumo elevado que interrompem o uso da cafeína apresentam mudanças significativas no metabolismo e no desempenho físico, o que não foi observado em indivíduos habituados que mantêm ininterruptamente a ingestão da cafeína (FISHER et al, 1986).

Segundo Altimari (2008), as reações adversas do uso incessante da cafeína incluem desde efeitos psicomotores até o aumento da concentração de ácidos graxos livres e catecolaminas, impressões verificadas tanto em homens como em animais. O consumo habitual de cafeína tem demonstrado grande relevância em melhorar o desempenho físico, o que confere habituação uma ingestão diária superior a 100mg, que condiz com aproximadamente 2 xícaras e meia de café, dose que consumida diariamente pode absorver as respostas metabólicas desencadeadas pela ingestão (ALTIMARI, 2008).

Existem relatos de que o consumo de cafeína como recurso ergogênico pode causar alterações metabólicas em repouso como elevar a pressão arterial (PA), a frequência cardíaca (FC) e a variabilidade da FC, além de poder alterar repercussões cardiovasculares no período pós-exercício. Foram submetidos oito homens saudáveis a um delineamento cross-over e duplo cego, sendo oferecido aos indivíduos cápsulas de cafeína (4mg/kg) ou placebo (sacarose) com 250ml de água, 45 minutos antes da sessão de treinamento resistido. As alterações cardiovasculares foram verificadas em repouso e uma hora após os exercícios. Foi constatado que a cafeína não alterou os valores de repouso da pressão arterial (PA), frequência cardíaca (FC) ou variabilidade da frequência cardíaca (VFC). Contudo, após o exercício o grupo que consumiu a cafeína obteve um aumento relevante na PA sistólica e na PA diastólica, mas ainda assim foi concluído não haver influência da cafeína sobre as alterações cardiovasculares no repouso ou após o exercício resistido (RUIZ, 2011).

Em relação a doses fatais de cafeína em adultos a literatura mostrou serem relativamente raras e requererem uma grande quantidade de ingestão, particularmente > 500mg/dia (KERRIGAN, 2005).

Dentre os efeitos adversos mais frequentes da ingestão de cafeína podem-se citar: insônia, irritabilidade, ansiedade, dependência, sensibilidade, taquicardia, sensação de zumbido no ouvido e distúrbios visuais, cefaleia, cansaço, prejuízo na concentração (por interrupção repentina do uso) e na memória, tensão muscular crônica (tremores e palpitações), náuseas e desconforto gastrointestinal, podendo este ser agravado em pacientes com tendência a úlcera ou gastrite. Segundo o autor, esses efeitos adversos relacionados à utilização da cafeína são mais

frequentes em indivíduos que utilizam a substância de maneira excessiva ou os que possuem maior sensibilidade, sendo esses dois grupos mais vulneráveis aos efeitos adversos (GUIMARÃES, 2013).

A cafeína pode ainda estar relacionada com o aumento da temperatura corporal, o que sugere um aumento na produção de calor em repouso devido ao seu potencial termogênico, podendo dessa forma prejudicar o desempenho de esportistas em exercícios sobre altas temperaturas. Além disso, por inibir o hormônio antidiurético (ADH), pode levar ao aumento da diurese e potencializar a excreção de cálcio e magnésio pela urina e como consequência prejudicar o desempenho de atletas levando a uma possível desidratação durante a competição (GUIMARÃES, 2013).

Considerando o risco de desidratação de esportistas associada com a ação diurética da cafeína, um estudo conduzido por Wemple associou os efeitos de bebidas com cafeína e bebidas desportivas descafeinadas em relação a produção de urina, contudo não relatou nenhum efeito importante sobre o desempenho ou o volume de urina dos atletas que utilizaram a cafeína em relação ao grupo placebo (WEMPLE et al, 1997).

Ainda nesse sentido, uma meta-análise conduzida por Zhang avaliou a diurese induzida pela cafeína durante o repouso e o exercício. Dezesseis estudos se adequaram aos critérios de inclusão, considerando uma dose média de 300m g de cafeína/dia administrada em adultos saudáveis. Foi constatado que a cafeína exerceu um efeito diurético sutil que não justifica as preocupações com a perda de fluidos indesejados, em particular quando a ingestão da cafeína precede o exercício (ZHANG et al., 2015).

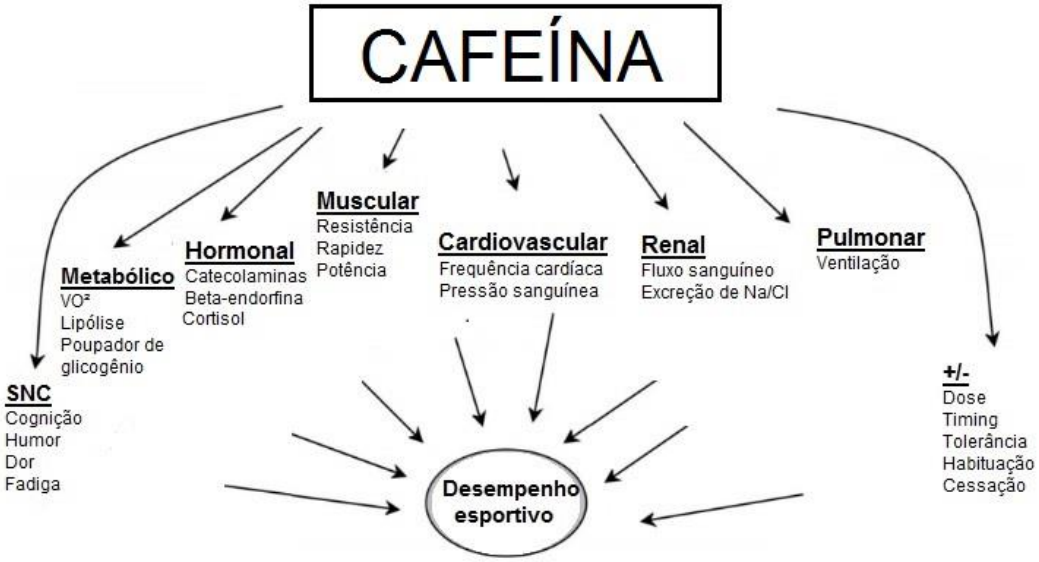
A ciência tem sugerido evidências de que baixos níveis de ingestão de cafeína (3mg/kg/dia) não induzem desidratação em repouso, enquanto dados indicam que doses mais elevadas (6mg/kg/dia) na forma de café podem induzir um efeito diurético, contudo, ainda não está claro se doses maiores tem efeito diurético agudo (SEAL et al., 2017).

UTILIZAÇÃO COMO AGENTE ERGOGÊNICO E VALÊNCIAS FÍSICAS APRIMORADAS COM O USO

O histórico da utilização da cafeína no meio esportivo começou a partir da metade do século XIX, particularmente na primeira edição da ‘’corrida de seis dias’’, em 1879, no intuito de utilizar estimulantes que poderiam ajudar a suportar o esforço requerido devido a prova de longa duração. Atualmente a cafeína tem sido comumente utilizada como recurso ergogênico, de forma aguda, em geral antes dos exercícios físicos (NABHOLZ et al, 2007).

A cafeína exerce efeito de maneira global sobre o corpo humano, agindo sobre o sistema nervoso central (SNC), em nível hormonal, metabólico, muscular, cardiovascular e nas funções pulmonares e renais seja durante a prática de exercícios físicos e/ou no descanso (SÖKMEN et al, 2008) conforme o exposto na figura 01:

Figura 01: Os efeitos da cafeína sobre os sistemas corporais e o desempenho esportivo.



Fonte: Adaptado de SÖKMEN et al, 2008.

Nesse contexto, a cafeína estimula a broncodilatação dos alvéolos, a vasodilatação de vasos sanguíneos, a filtração de sangue pelos rins, a contração muscular, a secreção de catecolaminas e também impulsiona a lipólise (TARNOPOLSKY ; CUPIDO, 2000). Os efeitos da cafeína a nível metabólico, fisiológico e hormonal reduzem a relação de troca respiratória e fadiga periférica, além de diminuir a avaliação de esforço percebido e o cortisol induzido pelo exercício. Aumenta a absorção de oxigênio, o débito cardíaco, a ventilação, os níveis de epinefrina circulantes, a taxa metabólica e a oxidação de gorduras durante o exercício de resistência em indivíduos treinados e não-treinados (O'CONNOR et al., 2004).

Por ser um composto antagonista competitivo e atuar também diretamente ao nível dos receptores de adenosina, a cafeína propicia a liberação do cálcio do retículo sarcoplamático e o desacoplamento da atividade da ATPase no músculo esquelético. Esses mecanismos celulares relacionados à cafeína que levam ao aumento da lipólise e colabora com a transmissão do sistema nervoso central (SNC), propiciando a redução da concentração de potássio durante o exercício, a elevação da força de contração do músculo e economia do glicogênio muscular. A atuação da cafeína diretamente no SNC pode estimular a liberação do hormônio adrenocorticotrófico (ACTH) e beta-endorfina, estando envolvidos na resposta ao estresse, podendo modificar e melhorar a percepção de dor e fadiga causadas pelo empenho físico nos exercícios (GUERRA, 2000).

A melhoria do desempenho atlético associada a cafeína está associada a alterações metabólicas e fisiológicas com mecanismos de ação central e periféricos. De acordo com o autor existem alguns fundamentos que podem explicar o efeito ergogênico da cafeína no exercício físico: O efeito da cafeína diretamente sobre o SNC (alterando a percepção de esforço e/ ou a propagação de sinais neurais), o efeito direto da cafeína no músculo esquelético sobre co-produtos (inibição da fosfodiesterase (PDE) propiciando aumento na concentração de adenosina monofosfato cíclica (AMPc), efeito na sistemática metabólica de enzimas semelhantes às fosforilases (PHOS) e aumento na mobilização de cálcio do retículo sarcoplasmático (potencializando a contração muscular) (GRAHAM, 1991). De

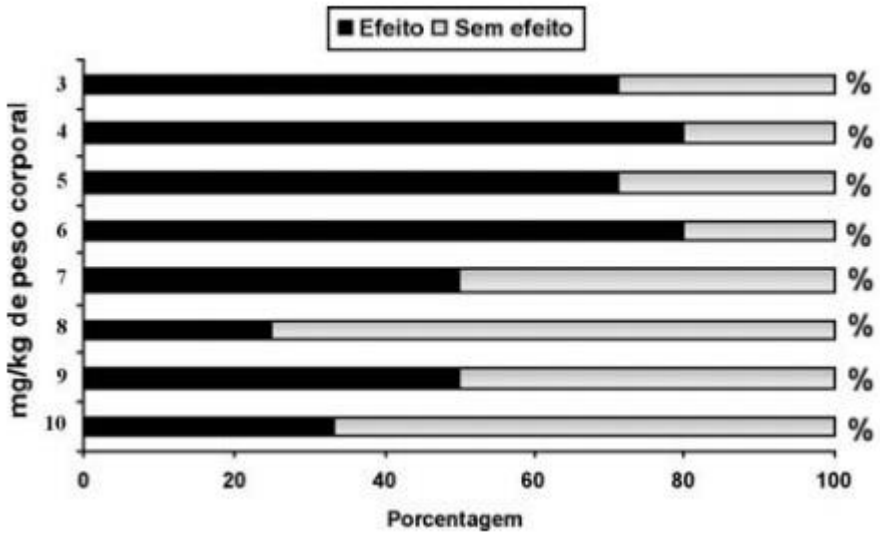
acordo com a literatura, a cafeína aumenta a oxidação de gordura e reduz a oxidação de carboidratos, embasado no princípio de que a substância eleva a mobilização de ácidos graxos livres dos tecidos e/ou nos estoques intramusculares e poupe o uso do glicogênio muscular (SINCLAIR, 2000).

O uso da cafeína pode ser útil como um auxílio ergogênico para exercícios breves, de 4-6 minutos, mas o mecanismo não parece estar associado com a economia de glicogênio muscular, sendo mais admissível que a cafeína exerça atuações diretamente no músculo e/ou nos processos neurais relacionados no exercício físico (JACKMAN et al., 1996).

Um trabalho recente sugere a melhora no desempenho com o uso da cafeína em esportes em equipe de resistência e esportes de alta intensidade e de curto prazo. As doses mais baixas de cafeína (≤3mg/kg ~ 200mg) antes do exercício também foram consideradas eficazes e evidências demonstram o efeito ergogênico de doses baixas tomadas ao final do exercício prolongado (SPRIET, 2014).

Quando comparada com outras substâncias, além de ser um recurso pouco dispendioso, a cafeína é considerada singular por produzir efeitos ergogênicos em uma série de protocolos de exercícios, desde os esforços submáximos e exercícios prolongados até os mais curtos de alta intensidade (ALTERMANN et al, 2012). A grande maioria dos estudos tem demonstrado que o aperfeiçoamento no desempenho relacionado com a cafeína ocorrem com o consumo de 6 mg/kg/dia, independentemente do momento da ingestão: antes ou durante o exercício (DÂMASO, 2001). Na figura 02 são evidenciados os efeitos das diferentes dosagens de cafeína com eficiência ergogênica em diferentes modalidades de exercícios físicos demostrados por Altimari et al., 2017:

Figura 02: Efeito das diferentes concentrações de cafeína utilizadas que investigaram a eficiência ergogênica desta substância em diferentes modalidades de exercícios.



Fonte: Altimari et al., 2017

Considerando um melhor desempenho em numerosos tipos de exercício os efeitos de diferentes doses de cafeína (entre 3 e 13 mg/kg) foram avaliados com o objetivo de analisar o impacto no desempenho e efeitos adversos. Foi atestado que as doses mínimas administradas já foram suficientes para o efeito ergogênico, sem diferença relevante em relação às doses mais altas. De acordo com os resultados, a

dose-resposta da cafeína quanto a melhora do desempenho ainda não foi esclarecida (GUERRA, 2000).

A literatura mostra que doses mais baixas podem ser tão efetivas quanto doses elevadas sem nenhuma eventualidade negativa. Após um período sem o uso, o reinício da ingestão com uma quantidade mais baixa pode propiciar os mesmos efeitos ergogênicos que a ingestão aguda. A cafeína pode ser gradualmente utilizada em doses mais baixas para evitar a tolerância durante 3 ou 4 dias, antes do treinamento intenso para suportar a intensidade do exercício e para favorecer aspectos cognitivos relacionados ao desempenho, como a melhora na concentração (SOKMEN et al., 2008).

A suplementação de cafeína em um estado anidro exerce um efeito ergogênico maior em relação ao café. A ciência tem demonstrado também que a cafeína é eficaz como recurso ergogênico quando administrada em doses baixas a moderadas (3-6 mg/kg/dia) sem resultar em aprimoramento adicional no desempenho quando consumido em doses mais elevadas (≥ 9 mg/kg/dia). (CAMPBELL et al, 2013).

Os efeitos benéficos no aumento do desempenho esportivo são verificados tanto em atletas de elite quanto em amadores, sendo a suplementação de cafeína um poderoso agente modulador da performance, podendo ser utilizada sem que ultrapasse o limite de doping designado pelo Comitê Olímpico Internacional (COI) de 12 mg/ml de cafeína na urina (ALTIMARI et al, 2008).

Considerando os expostos na literatura, o quadro abaixo salienta algumas considerações que devem ser levadas em conta ao considerar a suplementação de cafeína e seus potenciais efeitos adversos:

Quadro 01: Relação de estudos sobre a suplementação de cafeína, potencial ergogênico e efeitos adversos associados.

	Relação de estudos sobre a suplementação de cafeína, potencial ergogênico e efeitos adversos			
Evidências	Autor/ano	Perfil da pesquisa	Efeito ergogênico?	Efeito adverso?
A cafeína melhora o desempenho em provas intensas de ciclismo e em eventos de curta duração de aproximadamente 5 minutos.	WILES, et al, 1992	Revisão sistemática	Sim	Não relacionado
A utilização de cafeína tem sido relacionada ao aumento da produção de trabalho e aumento no tempo de exaustão.	BELL, 2002; DOHERTY et al, 2004; GRAHAM, 1991	Revisão sistemática	Sim	Não relacionado
Efeito diurético sutil e não parece estar	ZHANG, et al, 2005;	Metanálise (16 estudos,	Não relacionado	Não

associado à desidratação de atletas.	ARMSTRONG, 2002	média de 300mg de cafeína/dia)		
Não está claro se doses elevadas (>9mg/kg) possuem efeito diurético agudo.	SEAL, et al, 2017	Revisão sistemática	Não relacionado	Não
Efeitos adversos são mais comuns em indivíduos que consomem a substância em excesso ou que possuem sensibilidade à fórmula.	GUIMARÃES, 2013	Revisão sistemática	Não relacionado	Não relacionado
Cafeína aumentou a PA no pós-exercício, mas as alterações cardiovasculares com o uso da cafeína ainda são inconclusivas.	RUIZ, 2011	Experimental. Cross-over e duplo cego, 8 homens saudáveis, 4mg/kg de cafeína x placebo, 45 min'' antes do treino	Sim	Sim
Efeitos psicomotores, até o na [catecolaminas e ác.graxos] circulantes.	ALTIMARI, 2008	Revisão sistemática	Não relacionado	Sim
Menos que 500mg é considerada uma dose segura para adultos hígidos, considerando doses ou nenhuma ingestão para pacientes cardíacos ou hepáticos.	SEPKOWITZ, 2013	Revisão sistemática	Não relacionado	Não relacionado
Doses com efeito ergogênico entre 3-6mg/kg, sem aprimoramento no desempenho em doses maiores.	CAMPBELL, et al, 2013	Revisão sistemática	Sim	Sim
Pouca relevância na melhora da força muscular e no pico	WILLIAMS et al, 2008	Revisão sistemática	Sim	Não relacionado

de contração aneróbica				
↓ Fadiga ↑ Resistência Em especial em esportes de média a longa duração.	BELL, 2002; DOHERTY et al, 2004; GRAHAM, 1991; ALTERMANN et al, 2012; SPRIET, 2014	Revisão sistemática	Sim	Não relacionado
A suplementação de cafeína em um estado anidro exerce um efeito ergogênico maior em relação ao café.	CAMPBELL et al, 2013	Revisão sistemática	Sim	Não relacionado
Doses mais baixas de cafeína (≤ 3 mg /Kg ~ 200 mg) antes do exercício também foram consideradas ergogênicas.	SPRIET, 2014	Revisão sistemática	Sim	Não
Efeitos positivos no desempenho esportivo são verificados tanto em atletas como amadores.	ALTIMARI et al, 2008	Revisão sistemática	Sim	Não relacionado
O consumo moderado de cafeína (3-5 xícaras de café/dia) também pode estar relacionado a prevenção de complicações cardiovasculares e redução do risco de diabetes mellitus tipo 2, Alzheimer, Parkinson e várias outras doenças.	GÖKCEN, 2017	Revisão sistemática	Não relacionado	Não relacionado

Fonte: próprio autor.

CONCLUSÃO

A cafeína é uma substância muito utilizada no meio esportivo por atletas e praticantes de exercício físico de diferentes modalidades com o intuito de aperfeiçoar o desempenho físico aprimorando inúmeras variáveis envolvidas com a performance. O efeito ergogênico dessa substância vem sendo comprovado por inúmeros estudos e parece estar envolvido com mecanismos de ação relacionados com o sistema nervoso central, além de alterações metabólicas e fisiológicas que melhoram o desempenho atlético.

Em relação aos possíveis efeitos colaterais, não parece existir evidências na ciência de que o consumo exagerado resulte em riscos relevantes para a saúde de pessoas saudáveis e as alegações dos efeitos adversos da cafeína sobre o sistema cardiovascular ainda são inconclusivos. O que deve ser levado em conta é a individualidade biológica dos indivíduos, devendo considerar que algumas pessoas apresentam sensibilidade à substância contribuindo assim para a incidência de efeitos colaterais. Sendo assim, sugerem-se para trabalhos futuros mais estudos sobre efeitos adversos para esse grupo específico, possíveis trabalhos com polimorfismos e cautela na utilização visando à melhora no desempenho.

Os achados mostram que a ingestão de 3-6mg/kg/dia parece ser uma dose segura e eficiente para o efeito ergogênico, sobretudo em exercícios físicos de média e longa duração. Outros estudos também são recomendados para esclarecer os mecanismos exatos por trás da ação da cafeína com o intuito de avaliar quais valências físicas são aprimoradas com a utilização. Além disso, o consumo habitual moderado dessa substância parece proporcionar efeito protetor sobre diversas doenças crônicas.

Dessa forma podemos constatar, de acordo com a literatura, que os benefícios da utilização de maneira consciente da cafeína parecem superar os possíveis efeitos adversos que foram relacionados com o seu uso, sendo considerada como um ergogênico nutricional efetivo para a melhoria do desempenho físico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTERMANN, Alessandra Morin et al. A influência da cafeína como recurso ergogênico no exercício físico: sua ação e efeitos colaterais. **RBNE-Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 2, n. 10, 2012.

ALTIMARI, Leandro Ricardo et al. Cafeína e performance em exercícios anaeróbios. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, n. 1, p. 17-27, 2006.

ALTIMARI, Leandro Ricardo et al. Cafeína: ergogênico nutricional no esporte. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 9, n. 3, p. 57-54, 2008.

ALTIMARI, Leandro Ricardo et al. Efeitos ergogênicos da cafeína sobre o desempenho físico. **Revista Paulista de Educação Física**, v. 14, n. 2, p. 141-158, 2017.

ALVES, Crésio; LIMA, Renata Villas Boas. Dietary supplement use by adolescents. **Jornal de pediatria**, v. 85, n. 4, p. 287-294, 2009.

ANSELME, F. et al. Caffeine increases maximal anaerobic power and blood lactate concentration. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 65, n. 2, p. 188-191, 1992.

ARMSTRONG, Lawrence E. Caffeine, body fluid-electrolyte balance, and exercise performance. **International journal of sport nutrition and exercise metabolism**, v. 12, n. 2, p. 189-206, 2002.

ATTWOOD, A. S.; HIGGS, S.; TERRY, P. Differential responsiveness to caffeine and perceived effects of caffeine in moderate and high regular caffeine consumers. **Psychopharmacology**, v. 190, n. 4, p. 469-477, 2007.

BELL, Douglas G.; MCLELLAN, Tom M. Exercise endurance 1, 3, and 6 h after caffeine ingestion in caffeine users and nonusers. **Journal of Applied Physiology**, v. 93, n. 4, p. 1227-1234, 2002.

CAMPBELL, Bill et al. International Society of Sports Nutrition position stand: energy drinks. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 10, n. 1, p. 1, 2013.

DÂMASO, Ana. Nutrição e exercício na prevenção de doenças. In: **Nutrição e exercício na prevenção de doenças**. Medsi, 2001.

DOHERTY, Mike et al. Caffeine lowers perceptual response and increases power output during high-intensity cycling. **Journal of sports sciences**, v. 22, n. 7, p. 637-643, 2004.

FISHER, S. M. et al. Influence of caffeine on exercise performance in habitual caffeine users. **International journal of sports medicine**, v. 7, n. 05, p. 276-280, 1986.

FULGONI, Victor L.; KEAST, Debra R.; LIEBERMAN, Harris R. Trends in intake and sources of caffeine in the diets of US adults: 2001–2010. **The American journal of clinical nutrition**, v. 101, n. 5, p. 1081-1087, 2015.

GÖKCEN, Büşra Başar; ŞANLIER, Nevin. Coffee consumption and disease correlations. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, p. 1-13, 2017.

GRAHAM, T.E. ; SPRIET, L.L. Performance and metabolic responses to a high caffeine dose during prolonged exercise. J. Appl. Physiol., 71(6): 2292-2298, 1991

GRAHAM, Terry E. et al. Caffeine ingestion does not alter carbohydrate or fat metabolism in human skeletal muscle during exercise. **The Journal of Physiology**, v. 529, n. 3, p. 837-847, 2000.

GUERRA, Ricardo Oliveira; BERNARDO, Gerlane Coelho; GUTIÉRREZ, Carmen Villaverde. Cafeína e esporte. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 6, n. 2, p. 60-62, 2000.

GUIMARÃES, Lucas Costa; SILVA, Danielle Faria. Utilização da cafeína como ergogênico nutricional no exercício físico. **Conexão ciência (Online)**, v. 8, n. 1, p. 59-74, 2013.

HALLAK, Amanda; FABRINI, Sabrina; PELUZIO, Maria do Carmo Gouveia. Avaliação do consumo de suplementos nutricionais em academias da zona sul de Belo Horizonte, MG, Brasil. **RBNE-Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 1, n. 2, 2012.

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

JACOBSON, B. H. et al. Effect of caffeine on maximal strength and power in élite male athletes. **British journal of sports medicine**, v. 26, n. 4, p. 276-280, 1992.

KERRIGAN, Sarah; LINDSEY, Tania. Fatal caffeine overdose: two case reports. **Forensic Science International**, v. 153, n. 1, p. 67-69, 2005.

LIMA, D. R. O Café pode ser bom para a saúde. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. Brasília: Embrapa, 2002. p. 374.

MITCHELL, Diane C. et al. Assessing dietary exposure to caffeine from beverages in the US population using brand-specific versus category-specific caffeine values. **Food and Chemical Toxicology**, v. 80, p. 247-252, 2015.

MITCHELL, Diane C. et al. Beverage caffeine intakes in the US. **Food and Chemical Toxicology**, v. 63, p. 136-142, 2014.

NABHOLZ, Thais Verdi et al. **Nutrição esportiva**: aspectos relacionados à suplementação nutricional. São Paulo: Sarvier, p. 409, 2007.

NOSÁĽOVÁ, G. et al. Antitussive and immunomodulating activities of instant coffee arabinogalactan-protein. **International journal of biological macromolecules**, v. 49, n. 4, p. 493-497, 2011.

O'CONNOR, Patrick J. et al. Dose-dependent effect of caffeine on reducing leg muscle pain during cycling exercise is unrelated to systolic blood pressure. **Pain**, v. 109, n. 3, p. 291-298, 2004.

PENAFORT, Andreza Gomes. **Padrão de consumo de café e de cafeína de um grupo populacional no nordeste brasileiro:** Risco à saúde ou não?. 2008. 119 f. 2013. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado). Saúde Pública. Universidade Estadual do Ceará: UEC.

RICHARDS, Gareth; SMITH, Andrew P. A review of energy drinks and mental health, with a focus on stress, anxiety, and depression. **Journal of caffeine research**, v. 6, n. 2, p. 49-63, 2016.

RUIZ, Roberto et al. Ingestão de cafeína e respostas cardiovasculares após sessão de exercícios resistidos. **Rev Bras Cardiol**, v. 24, n. 2, p. 112-115, 2011.

SCHNEIKER, Knut Thomas et al. Effects of caffeine on prolonged intermittent-sprint ability in team-sport athletes. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 38, n. 3, p. 578-585, 2006.

SEAL, Adam D. et al. coffee with high but not low caffeine content augments Fluid and electrolyte excretion at rest. **Frontiers in Nutrition**, v. 4, p. 40, 2017.

SEPKOWITZ, Kent A. Energy drinks and caffeine-related adverse effects. **Jama**, v. 309, n. 3, p. 243-244, 2013.

SINCLAIR, C. J. D.; GEIGER, J. D. Caffeine use in sports: a pharmacological review. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 40, n. 1, p. 71, 2000.

SKINNER, Tina L. et al. Factors influencing serum caffeine concentrations following caffeine ingestion. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 17, n. 5, p. 516-520, 2014.

SMIT, H. J.; ROGERS, P. J. Effects of low doses of caffeine on cognitive performance, mood and thirst in low and higher caffeine consumers. **Psychopharmacology**, v. 152, n. 2, 2000.

SÖKMEN, Bülent et al. Caffeine use in sports: considerations for the athlete. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 22, n. 3, p. 978-986, 2008.

SPRIET, Lawrence L. Exercise and sport performance with low doses of caffeine. **Sports medicine**, v. 44, n. 2, p. 175-184, 2014.

SPRIET, Lawrence L.; GIBALA, Martin J. Nutritional strategies to influence adaptations to training. **Journal of sports sciences**, v. 22, n. 1, p. 127-141, 2004.

TARNOPOLSKY, Mark; CUPIDO, Cynthia. Caffeine potentiates low frequency skeletal muscle force in habitual and nonhabitual caffeine consumers. **Journal of applied physiology**, v. 89, n. 5, p. 1719-1724, 2000.

TAVARES, Cristiane; SAKATA, Rioko Kimiko. Cafeína para o tratamento de dor. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, 2012.

WEMPLE, R. D.; LAMB, D. R.; MCKEEVER, K. H. Caffeine vs caffeine-free sports drinks: effects on urine production at rest and during prolonged exercise. **International journal of sports medicine**, v. 18, n. 01, p. 40-46, 1997.

WIKOFF, Daniele et al. Systematic review of the potential adverse effects of caffeine consumption in healthy adults, pregnant women, adolescents, and children. **Food**

and chemical toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association, 2017.

WILES, J. D. et al. Effect of caffeinated coffee on running speed, respiratory factors, blood lactate and perceived exertion during 1500-m treadmill running. **British Journal of Sports Medicine**, v. 26, n. 2, p. 116-120, 1992

WILLIAMS, Andrew D. et al. The effect of ephedra and caffeine on maximal strength and power in resistance-trained athletes. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 22, n. 2, p. 464-470, 2008.

ZHANG, Yang et al. Caffeine and diuresis during rest and exercise: A meta-analysis. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 18, n. 5, p. 569-574, 2015.