

CAFÉINA NO RETARDO DA FADIGA E MELHORA DA PERFORMANCESabrina Ferreira Ribas^{1,2}**RESUMO**

Introdução: A cafeína é uma das drogas estimulantes mais utilizadas no mundo. Trata-se de um alcalóide pertencente à família das metilxantinas, cuja fórmula é 1,3,7-trimetilxantina. Ao ser consumida em pequenas dosagens (2mg/Kg), a cafeína aumenta o estado de vigília, diminui a sonolência, alivia a fadiga, aumenta a liberação de catecolaminas, aumenta a frequência cardíaca, a diurese e acelera o metabolismo. Devido às suas várias propriedades, seu efeito ergogênico tem sido muito estudado. Acredita-se que tal efeito esteja relacionado à possibilidade da cafeína potencializar a performance de atletas, retardando a fadiga através de mecanismos controlados pelo sistema nervoso. Objetivo: O objetivo desse estudo foi revisar e discutir as pesquisas relacionadas a este assunto a fim de comparar os efeitos da suplementação da cafeína em diferentes exercícios, doses e protocolos utilizados. Conclusão: A cafeína tem seu efeito ergogênico comprovado em vários tipos de exercícios, com menos efetividade naqueles de alta intensidade e curta duração. A dose mais ergogênica encontra-se na faixa entre 3-6mg/Kg. Seus efeitos são melhores explicados pelo antagonismo a adenosina enquanto outros mecanismos ainda são contraditórios. Indivíduos não-usuários de cafeína e os mais treinados apresentam melhores resultados. Associada ao carboidrato promove aumento de performance se ingerida durante ou após o exercício e combinada à creatina, essa última é prejudicada. Devido a variedade de ações e tecidos em que pode atuar, a cafeína necessita de mais estudos para aprimorar o conhecimento sobre seu potencial ergogênico.

Palavras-chave: Cafeína; Fadiga; Performance; Efeito ergogênico.

1 - Programa de Pós Graduação Lato Sensu da UGF em Bases Nutricionais da Atividade Física: Nutrição Esportiva

2 - Graduada em Nutrição pelo Centro Universitário de Maringá - Cesumar

ABSTRACT

Caffeine in the fatigue retardment and improvement of performance

Introduction: Caffeine is one of the most used stimulant drugs in the world. This is an alkaloid belonging the methylxanthine family, whose formula is 1,3,7-trimethylxantine. When consumed in low dosages (2mg/Kg), caffeine increases wakefulness, decreases drowsiness, relieves fatigue, increases the catecholamine release, the heart rate, the diuresis and speeds up the metabolism. Due your several properties, your ergogenic effect has been studied a lot. It's believed that this effect is associated with the possibility of caffeine powered the athletes performance, retarding the fatigue through mechanisms controlled by nervous system. Purpose: The purpose of this study was to review and discuss the related research about this subject in order to compare the effects of caffeine supplementation in different exercises, doses and used protocols. Conclusion: Caffeine has your ergogenic effect comproved in several exercises, with less effectiveness in high intensity and short term. The most potent dosage varies between 3-6mg/Kg. Its effects are better explained for the adenosine antagonism while other mechanisms are still contradictory. Non-users caffeine and high trained individuals present better results. Associated with carbohydrate it promotes increased performance when ingested during or post-exercise and combined with creatine, this last is impaired. Due the variety actions and tissues that it can act, caffeine needs more studies to improve the knowledge about your ergogenic potential.

Key words: Caffeine, Fatigue, Performance, Ergogenic effect.

E-mail:
sabrina-ribas@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A cafeína, uma das drogas estimulantes mais utilizadas no mundo (Braga e Alves, 2000; Altermann e Colaboradores, 2008) é um alcalóide pertencente à família das metilxantinas, cuja fórmula é 1,3,7-trimetilxantina (Braga e Alves, 2000; Azevedo e Colaboradores, 2004; Deslandes e Colaboradores, 2004) está presente em diversos alimentos, tais como: chás, café, cacau, guaraná, chocolate e refrigerantes (Braga e Alves, 2000; Mello e Colaboradores, 2007; Altimari e Colaboradores, 2000).

Ao ser consumido, em pequenas dosagens (2mg/Kg) a cafeína provoca aumento do estado de vigília, diminuição da sonolência, alívio da fadiga, aumento da liberação de catecolaminas, aumento da frequência cardíaca, aumento do metabolismo e da diurese (Braga e Alves, 2000; Altimari e Colaboradores, 2001; Azevedo e Colaboradores, 2004).

Seu consumo data de muitos séculos, porém, somente nas últimas décadas têm se estudado seus possíveis efeitos ergogênicos a fim de melhorar a performance e o desempenho em diversos exercícios físicos (Mello e Colaboradores, 2007; Machado e Colaboradores, 2009; Altermann e Colaboradores, 2008; Altimari e Colaboradores, 2000).

Acredita-se que tal efeito esteja relacionado à possibilidade da cafeína, através de mecanismos controlados pelo sistema nervoso central, possa potencializar a performance de atletas ao retardar o mecanismo da fadiga (Vasconcelos e Colaboradores, 2007; Braga e Alves, 2000; Mello e Colaboradores, 2007; Altimari e Colaboradores, 2006; Machado e Colaboradores, 2009; Altimari e Colaboradores, 2001; Gutterres e Colaboradores, 2009; Altimari e Colaboradores, 2000; Altimari e Colaboradores, 2005; Altimari e Colaboradores, 2008; Azevedo e Colaboradores, 2004; Silva, 2003; Ferreira e Colaboradores, 2006; Silveira e Colaboradores, 2004; Machado e Colaboradores, 2010; Bassini e Colaboradores, 2005).

A fadiga consiste num fenômeno complexo ou mesmo um conjunto de fenômenos de interação simultânea com diferentes graus de influência, dependendo do tipo de exercício físico e é apontada como fator limitante da performance atlética

(Vasconcelos e Colaboradores, 2007; Altimari e Colaboradores, 2006; Altimari e Colaboradores, 2005; Altimari e Colaboradores, 2008; Altimari e Colaboradores, 2006).

Nesse sentido, o uso da cafeína tem se mostrado eficiente para retardar tal processo, aumentando o poder contrátil do músculo esquelético e/ou cardíaco, utilizada previamente à realização de exercícios físicos (Altimari e Colaboradores, 2001; Altimari e Colaboradores, 2000), com possível melhora da performance atlética (Altimari e Colaboradores, 2006; Altermann e Colaboradores, 2008; Altimari e Colaboradores, 2008).

Portanto o objetivo deste trabalho foi demonstrar através de uma revisão sistemática, a relação do uso da cafeína no retardo da fadiga e na melhora da performance, comparando doses, protocolos e tipos de exercícios.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia empregada foi a revisão sistemática, que se baseia em estudos primários, utilizando métodos previamente definidos e explícitos para identificar, selecionar e avaliar criticamente pesquisas consideradas relevantes, também contribuem como suporte teórico-prático, através de pesquisa bibliográfica classificatória (Liberali, 2008).

Foi realizada uma revisão de artigos nacionais (21) e internacionais (32), no período entre 2000 e 2010. Os termos usados para a busca foram: cafeína, fadiga, performance, efeito ergogênico, nas bases de dados: PubMed (www.pubmed.gov), Scielo (www.scielo.gov), Bireme (www.bireme.com), Google acadêmico (<http://scholar.google.com.br/>).

Foram coletados artigos científicos encontrados nas revistas: *Journal of Applied Physiology* (8), *Revista Brasileira de Ciência e Movimento* (4), *Applied Physiology Nutrition and Metabolism* (4), *Fitness e Performance Journal* (2), *Revista Brasileira de Medicina do Esporte* (2), *Journal of International Society of Sports* (2), *Indian Journal of Medical Research* (2), *Human Psychopharmacology Clinical Experiment*, *Revista Paulista de Educação Física*, *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, *Brazilian Journal of Biomechanics*, *Revista Mineira de Educação*

Física, Revista Movimento e Percepção, *Psychopharmacology*, *American Journal of Physiology Regulatory Integrative and Comparative Physiology*, Arquivos de Neuropsiquiatria, *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, *Sports Medicine Journal*, *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *Journal of Food Science*, *The Physiological Society*, *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, *Brazilian Journal of Health*, *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano, *Journal of International Society of Sports*, *International Association for the Study of Pain*, *Revista Eletrônica de Ciências Aplicadas al Deporte*, Revista de Educação Física, *Medicina Sportiva*, *Journal of Sports Sciences*, Revista Digital EF y Deportes, *European Journal of Applied Physiology*, Revista de Treinamento Desportivo.

Os critérios de inclusão dos artigos foram: o ano, a coerência com o assunto abordado e o uso da cafeína somente tanto em atividades aeróbias quanto anaeróbias.

REVISÃO DE LITERATURA

Eficácia da cafeína

A cafeína é uma substância lipossolúvel caracterizada por uma rápida absorção pelo trato gastrointestinal, com 100% de biodisponibilidade (Heckman e Colaboradores, 2010), atingindo seu pico de concentração plasmática entre 30 e 120 minutos (Ferreira, Guerra e Guerra, 2006; Conway, Orr e Stannard, 2003; Bell e McLellan, 2002; Goldstein e Colaboradores, 2010; Vitorino e Colaboradores, 2007) e tem sua meia vida plasmática entre 3 e 7 horas (Barbosa e Colaboradores, 2008). Ela atua no sistema nervoso central bloqueando os efeitos da adenosina, potencializando a força contrátil no músculo esquelético (Plasket e Cafarelli, 2001; Davis e Colaboradores, 2002), aumentando o estado de alerta e diminuindo a sensação de fadiga (Adan e Serra-Grabulosa, 2010; Goldstein e Colaboradores, 2010; Pereira e Colaboradores, 2010; Pereira e Colaboradores, 2010), permitindo um aumento da performance em diversas atividades (Ferreira, Guerra e Guerra, 2006; Brice e Smith, 2002; Brunetto e Colaboradores, 2010).

Além disso, ela é capaz de alterar a percepção da dor em exercícios (Tarnopolsky, 2008; Doherty e Smith, 2005)) por aumentar a concentração plasmática de β – endorfinas, cujas propriedades analgésicas podem ajudar a diminuir essa sensação, permitindo prolongar o exercício (Goldstein e Colaboradores, 2010; Ferreira, Guerra e Guerra 2006; Laurent e Colaboradores, 2000). Seu efeito ergogênico vem sido demonstrado em diversos tipos de exercícios físicos (Onzari e Colaboradores, 2010; Leitão e Colaboradores, 2010), sendo apontada como responsável pelo aumento do tempo de exaustão e da potência (Machado e Colaboradores, 2010; Yeo e Colaboradores, 2005; McClaran e Wetter, 2007).

Mecanismos de ação

Um dos mecanismos propostos e mais aceitos para explicar o efeito ergogênico da cafeína é o seu antagonismo aos receptores de adenosina (Ferreira, Guerra e Guerra, 2006; Plasket e Cafarelli, 2001; Barbosa e Colaboradores, 2008; Conway, Orr e Stannard, 2002; Graham, 2001; Greer e Colaboradores, 2000; Heckman, Weil e Mejia, 2010; Pereira e Colaboradores, 2010; McClaran e Wetter, 2007).

Devido à semelhança na estrutura das duas moléculas (Graham, 2001), a cafeína, por ser lipossolúvel, pode atravessar facilmente a barreira hematoencefálica e inibir o efeito da adenosina, permitindo a excitabilidade neuronal (Davis e Colaboradores, 2003; Goldstein e Colaboradores, 2010; Greer, 2010), provocando o relaxamento da musculatura lisa, o estímulo do sistema nervoso central e do músculo cardíaco (Barbosa e Colaboradores, 2008) e o aumento da liberação de dopamina e adrenalina (Bell e McLellan, 2002; Vitorino e Colaboradores, 2007; Graham, 2001; Pereira e Colaboradores, 2010). Os receptores de adenosina, por estarem espalhados em vários tecidos do organismo, dificultam os autores a descrever exatamente o mecanismo ativado pela cafeína em seus estudos (Doherty e Smith, 2005; Graham, 2001).

O consumo regular de cafeína é associado a um aumento do número desses receptores, o que poderia explicar a diferença na sensibilidade da resposta para uma mesma dose entre usuários e não usuários (Bell e McLellan, 2002).

Estudo utilizando a suplementação com cafeína (5mg/Kg), em teste em cicloergômetro, mostrou um maior tempo de exaustão entre os não usuários do que entre os usuários, além de um efeito ainda evidente dessa substância por 6h após sua ingestão no primeiro grupo (Bell e Mclellan, 2002).

Os achados mostram que usuários tendem a ter uma menor elevação de adrenalina no plasma após o uso da cafeína do que os não-usuários (Bangsbo e Colaboradores citados por Graham, 2001). Por outro lado, Wiles e Colaboradores citados por Graham (2001) não observaram relação entre os hábitos de consumo de cafeína e o grau de performance em corredores de 1500m, o que ressalta a dificuldade em saber qual ou quais tecidos foram afetados pela cafeína.

Em um estudo sobre o efeito da dose-dependente de cafeína na redução da percepção da dor no músculo da perna durante um exercício de ciclismo (60% VO₂), foi evidenciado que uma dose de 10mg/Kg de cafeína 60 minutos antes da atividade, provocou uma redução na intensidade da dor no quadríceps, maior do que no grupo que ingeriu 5mg/Kg ou placebo, sugerindo que a metilxantina poderia ter atuado em receptores de adenosina ligados à dor. Por não haver uma diferença grande na resposta para as doses de 10 e 5mg, foi sugerido que tal fato tenha ocorrido devido ao baixo grau de treinamento dos participantes, os quais teriam respondido melhor com uma dose maior (O'Connor e Colaboradores, 2004).

Outro mecanismo proposto seria que o exercício e a suplementação com cafeína, ao aumentarem a utilização de ácidos graxos livres e/ou triacilglicerol intramuscular, reduziriam a taxa de glicogenólise, ou seja, pouparia a utilização do glicogênio intramuscular como fonte de energia, aspecto importante, visto que o déficit de carboidrato tem sido apontado como fator limitante para o desempenho físico (Cox e Colaboradores, 2002; Vitorino e Colaboradores, 2007; Machado e Colaboradores, 2010; Laurent e Colaboradores, 2000).

Sugere-se também que a cafeína, por estimular a secreção de adrenalina, resultaria numa maior mobilização dos ácidos graxos, retardando a fadiga (Graham, 2001). Segundo Bell e Mclellan (2002), a hipótese de um possível efeito ergogênico devido à mobilização desses nutrientes não encontra

muito suporte na literatura recente e seguindo esse raciocínio, seria necessário esperar cerca de 3h para otimizar a lipólise após a ingestão da cafeína. Além disso, vários autores já reportaram que esse aumento da adrenalina no plasma não causa efeito algum no metabolismo (Greer e Colaboradores, 2000).

Estudo feito em esteira rolante não mostrou aumento da oxidação de lipídios nem melhora da performance nos indivíduos, no entanto, o protocolo utilizado foi de ingestão da cafeína 30 minutos antes, o que poderia ter influenciado os resultados (Brunetto e Colaboradores, 2010).

Laurent e Colaboradores (2000), em um teste de ciclismo com 20 homens pedalando por 2h a 65% do VO₂ e tendo ingerido 6mg/Kg de cafeína 90 minutos antes, não relataram uma diminuição na taxa de uso do glicogênio muscular nem um aumento da concentração plasmática de ácidos graxos livres em comparação ao grupo placebo, apenas uma maior liberação de β – endorfinas, as quais foram responsáveis pelo aumento do tempo de prova.

Em contrapartida, Greer e Colaboradores (2000), testando 7 ciclistas pedalando a 70% do VO₂ relataram uma economia do uso do glicogênio muscular e uma maior concentração plasmática de glicerol com a suplementação de cafeína (6 mg/kg).

Também houve aumento de adrenalina plasmática, no entanto, foi considerado pouco significativo para o metabolismo. O mesmo foi relatado em pacientes tetraplégicos que tiveram aumento da resistência muscular após incremento na mobilização de ácidos graxos induzidos pela cafeína, isso, sem ter ocorrido aumento de catecolaminas (Mohr e Colaboradores citados por Greer e Colaboradores, 2000).

Da mesma forma, estudo feito por Silveira e Colaboradores (2004), em ciclistas pedalando de forma intensa e intermitente (esforço de 2 minutos, pausa de 1), resultou num maior tempo até a exaustão, relacionado a um aumento da oxidação dos ácidos graxos bem como a menor utilização da glicose.

A cafeína aumenta a oxidação de lipídios e por esse motivo, é sugerido que a utilização desse substrato seja em parte responsável pelo aumento na performance, mas não por algum mecanismo relacionado ao sistema nervoso central (Ivy citado por

Graham, 2001 e Goldstein e Colaboradores, 2010).

A teoria de que a cafeína aumentaria a mobilização de ácidos graxos, pouparia o glicogênio muscular e assim, aumentaria a performance, foi proposta por Costill, Ivy, Essig e seus colaboradores, em 1978. Atualmente, as oposições a essa teoria, baseiam-se na falta de pesquisas mais detalhadas, pois a grande maioria dos estudos a esse respeito, não medem a concentração plasmática do triglicerídeo muscular e/ou possuem amostras pequenas (6-8 sujeitos – estatisticamente insignificante) (Graham e Colaboradores, 2008).

Nesse sentido, Roy e Colaboradores e Graham e Colaboradores citados por Graham (2008) através de medições e biópsias em homens que se exercitaram durante 1h a 65% do VO_2 , após ingestão de cafeína, mostraram nenhum impacto na oxidação de gorduras e glicose, sem indicação de economia de glicogênio muscular, sugerindo pouca evidência de um efeito ergogênico da cafeína devido à mudanças metabólicas.

Doses, fadiga e tipos de exercício

Por diminuir a sensação de fadiga durante o exercício, a cafeína consequentemente altera a percepção da dor (Roberts e Colaboradores, 2010) e promove euforia, prolongando a execução do exercício (Ferreira, Guerra e Guerra, 2006; Plaskett e Cafarelli, 2001). Uma xícara de café tem em média entre 50 e 180mg de cafeína, mas isso varia muito de acordo com os tipos de grãos (Adan e Serra-Grabulosa, 2010). Doses entre 3 e 6mg/Kg (média de 250-500mg) parecem ser a faixa mais ergogênica (Tunncliffe e Colaboradores, 2008), tendo se observado que a ingestão de doses maiores não promove maior efeito na performance (Bell e McLellan, 2002; Ping e Colaboradores, 2010; Pisman e Colaboradores e Lieberman e Colaboradores citados por Goldstein e Colaboradores, 2010; Onzari e Colaboradores, 2010). A melhora da performance é observada quando a ingestão de cafeína ocorre 1 h antes do exercício como também durante exercícios prolongados (Yeo e Colaboradores, 2005).

Com uma ingestão entre 3 - 9mg/Kg, o tempo para atingir a fadiga em exercícios prolongados como corridas ou ciclismo aumenta em 20-50% (Davis e Colaboradores, 2002).

Em ciclistas treinados, ingerindo 5 ou 9mg/Kg, 1 h antes das provas, a sensação de fadiga foi menor do que os que tomaram a dose placebo (Ferreira, Guerra e Guerra, 2006). O mesmo resultado foi obtido por Leitão e Colaboradores (2010), por ciclistas ingerindo 5mg/Kg, resultando num aumento da tolerância ao esforço, permitindo um aumento do tempo do teste.

Cox e Colaboradores (2002) mostraram também uma melhora na performance tanto na ingestão 1h antes quanto em pequenas doses durante o exercício, no mesmo tipo de prova, pedalando a 70% do VO_2 . Da mesma forma, 8 tri atletas e ciclistas participaram de experimento parecido, divididos em 2 doses (3mg/Kg cada), a primeira dose 1h antes e a segunda após 45 minutos do início do exercício e dose única (6mg/Kg 1h antes + placebo 45 minutos após início), com melhora no tempo até a exaustão sem diferença entre o tempo de ingestão da cafeína (Conway, Orr e Stannard, 2003).

Estudo feito em exercícios de contração isométrica submáximas (50%) também mostrou uma melhora da resistência em 15 homens submetidos à isometria do quadríceps direito, 1h após tomarem 6mg/Kg de cafeína, onde o tempo até a exaustão foi maior do que no grupo placebo (Plaskett e Cafarelli, 2001). Da mesma forma, Meyers e Cafarelli (2005) observaram um maior tempo até a fadiga em 10 homens submetidos a contrações isométricas do quadríceps, 1h após a ingestão de 6mg/Kg de cafeína.

Exercícios em potência submáxima diferem em seus achados. Silveira e Colaboradores (2004), em teste de esteira, 30% abaixo do limiar anaeróbico, obtiveram melhora no tempo até exaustão dos participantes. Em contrapartida, McClaran e Wetter (2007) não demonstraram diminuição na percepção de esforço nem aumento do tempo de exaustão em 9 homens não – usuários, pedalando a potências submáximas e máximas, ingerindo 1,5 ou 3mg/Kg 30 minutos antes do teste. Tal resultado foi atribuído à baixa dosagem e ao intervalo pequeno da ingestão até o exercício.

Brunetto e Colaboradores (2010), utilizando 3 testes submáximos em esteira, também não observaram melhora no desempenho de seus atletas que consumiram 5mg/kg de cafeína 30 minutos antes.

Por outro lado, estudo feito em repetidos estímulos de alta intensidade e curta duração (< 90 segundos – teste de Wingate), com indivíduos não treinados, ingerindo uma dose de 6mg/Kg de cafeína, não mostrou ser efetivo para aumentar a potência durante o exercício quando comparado ao grupo que ingeriu placebo, mesmo tendo aumentado a concentração de catecolaminas no plasma, sugerindo-se também que a dose deveria ter sido maior (Vitorino e Colaboradores, 2007).

Pereira e Colaboradores (2010), no mesmo modelo de estudo, também não encontraram resultados para melhora da performance em indivíduos não treinados, tanto homens quanto mulheres. Poucos estudos se opõem a esses resultados, como o de Green e Colaboradores (2007), em que se observou um efeito ergogênico da cafeína, onde indivíduos treinados realizaram um maior número de repetições no leg press em relação ao grupo placebo. Mesmo assim, os autores notaram que não houve diminuição na taxa de percepção de esforço, sugerindo que a cafeína poderia ter atuado em receptores da dor ou até mesmo liberado catecolaminas para explicar tal fato.

Também Azevedo e Colaboradores (2004), obtiveram bons resultados em atletas que melhoraram seus tempos médios no teste de 3.200m, bem como Machado e Colaboradores (2010) encontraram melhora da capacidade aeróbia em indivíduos não treinados em teste de cicloergômetro.

Os achados para esse tipo de exercício, usando a cafeína, geralmente são controversos (Greer, 2010; Pereira e Colaboradores, 2010), apresentam efeitos positivos ou nenhuma melhora significativa, sendo que na maior parte dos estudos, os resultados são positivos em indivíduos treinados (Graham, 2001). A explicação mais provável para tais resultados seria de que o melhor condicionamento de indivíduos atletas resultaria em adaptações fisiológicas específicas, as quais, aliadas ao consumo da cafeína, resultaria numa melhor performance (Goldstein e Colaboradores, 2010).

Barbosa e Colaboradores (2008) realizaram um experimento com o RAST (*Running-based Anaerobic Sprint Test*), ou seja, um exercício intermitente de alta intensidade, onde 19 homens ingeriram 300mg de cafeína e 17 apenas placebo e os resultados mostraram uma maior performance

no grupo cafeína ao diminuir a fadiga, evidenciando o benefício da metilxantina também nesse tipo de exercício.

Um melhor desempenho e uma menor percepção de esforço foram observados em testes com homens jogando rugby (Roberts e Colaboradores, 2010).

Gutierrez e Colaboradores (2010) testaram o efeito ergogênico de bebidas esportivas, uma cafeinada e outra descafeinada e relataram melhora relevante no salto vertical executado antes e depois de um jogo de futebol nos atletas que ingeriram a bebida contendo cafeína.

Em contrapartida, Pereira e Colaboradores (2010) não encontraram uma melhora no desempenho motor de lutadoras de judô, ingerindo 6mg/Kg, que participaram do *Special Judô Fitness Test* (teste de arremessos). Sugere-se que o nível técnico intermediário das atletas (alguns erros de arremessos) possa ter sido fator limitante para a performance.

Exercícios supramáximos também são otimizados quando da suplementação de cafeína, como mostra um estudo com 6 ciclistas treinados que realizaram testes a 120% VO₂ máx, ingerindo uma dose de 5mg/Kg de cafeína antes do exercício e obtiveram um maior tempo para exaustão por consequência de um retardo no aparecimento da fadiga (Simmonds, Minahan e Sabapathy, 2010). Da mesma forma, Altimari e Colaboradores (2008) observaram um aumento do tempo para fadiga em estudo muito semelhante (9 ciclistas treinados ingerindo 6mg/Kg de cafeína).

O uso de 5mg/Kg 1h antes do teste, em maratonistas da Malásia, mostrou um aumento do tempo de exaustão, mesmo estando em um clima muito úmido e quente (Ping e Colaboradores, 2010) e a mesma dose provocou uma menor sensação de fadiga em ciclistas nas mesmas condições térmicas (Natal - BR), bem como na dose de 9mg/Kg, sem diferenças na percepção de esforço entre as doses (Ferreira e Colaboradores, 2006). A Tabela 1 mostra um resumo dos artigos de campo citados.

Combinação com outros componentes

A adição de carboidrato a bebidas cafeinadas vem sido utilizada por vários autores como metodologia de estudo. Sugere-se que a associação carboidrato mais cafeína

poderia ter um efeito ergogênico se ingerido por atletas treinados durante ou após o exercício, no período de recuperação, pois resultaria num aumento da disponibilidade da glicose no plasma, elevando a taxa de ressíntese do glicogênio muscular pós - exercício (Brunetto e Colaboradores, 2010; Roberts e Colaboradores, 2010).

Yeo e Colaboradores (2005) observaram esse fato quando compararam em um teste em cicloergômetro, um grupo que ingeriu apenas carboidrato com outro que associou carboidrato + cafeína, ambos durante o exercício, sendo que nesse último, a taxa de oxidação de carboidrato exógeno foi maior, devido principalmente a uma maior absorção intestinal de glicose permitida pela ingestão de cafeína, retardando assim, o aparecimento da fadiga. Já em outro estudo com ciclistas, a combinação promoveu um aumento de performance, no entanto, mostrou - se que o resultado não foi provocado pela oxidação do carboidrato exógeno (Hulston e Colaboradores citado por Goldstein e Colaboradores, 2010).

Pedersen e Colaboradores (2008), testaram 7 homens treinados em exercício de cicloergômetro, pedalando a 70% do VO_2 , divididos em 2 grupos: um ingeriu apenas carboidrato e outro carboidrato + cafeína (8mg/Kg), ambos após o exercício a fim de comparar a taxa de recuperação do glicogênio muscular. O grupo que associou os 2 componentes, obteve uma ressíntese de glicogênio no músculo maior e mais rápida comparada ao outro grupo. Os autores relacionaram parte de tal efeito à alta concentração de glicose e insulina plasmáticas após a ingestão da cafeína junto ao carboidrato.

Estudo feito em uma simulação de jogo de rugby mostrou que a combinação carboidrato + cafeína antes e durante os testes melhorou o desempenho e reduziu a percepção de esforço em comparação ao grupo que recebeu apenas carboidrato ou placebo (Roberts e Colaboradores, 2010).

Por outro lado, corredores treinados consumiram 100g de sacarose com cerca de 400mg (6mg/Kg) de cafeína e não obtiveram efeito na performance (Sasaki e Colaboradores citado por Goldstein e

Colaboradores, 2010), o mesmo ocorrendo em ciclistas com uma dose semelhante (Jacobson e Colaboradores, 2000) com a diferença de que nesses dois últimos estudos, a ingestão da cafeína + carboidrato foi feita previamente ao exercício.

Alguns atletas de esportes de resistência relatam o uso de Coca-cola nos últimos estágios da prova, por acreditarem em um benefício ergogênico devido à cafeína, mesmo sabendo-se que a concentração de cafeína nesse tipo de bebida (65mg em 500ml) é bem menor que as doses utilizadas em protocolos de estudo (~280-630mg). No entanto, esse estudo comparou a ingestão de altas doses de cafeína (6mg/Kg) associadas à ingestão de Coca-cola por esses atletas. Os achados revelaram um aumento de performance com a ingestão da bebida, comparado ao grupo placebo, mas o estudo não era duplo-cego. Porém, quando investigado sem o conhecimento dos participantes de dosagens e placebo, o resultado foi o mesmo, sendo explicado um melhor desempenho devido à associação carboidrato + cafeína (Cox e Colaboradores, 2002).

Outra combinação feita por alguns atletas é o uso de creatina associada à ingestão de cafeína. No entanto, a junção das duas parece não trazer vantagens, pois mesmo estando já elevada no músculo, a creatina acaba perdendo parte de seus benefícios ergogênicos (Graham, 2001). O estudo mais famoso sobre esse assunto é o de Vandenberghe citado por Alves (2002) que mostrou que a creatina (0,5g/Kg) associada com a cafeína (5mg/Kg) durante 8 dias, atrapalhou o aumento das concentrações de creatina no músculo e portanto, não houve melhora da performance. Segundo os autores, a ingestão de 400mg de cafeína (cerca de 3,5 xícaras de café) já provoca a perda do efeito ergogênico da creatina.

Quando em combinação com analgésicos e antiinflamatórios, a cafeína pode contribuir com a melhora da dor, promovendo de certa forma, um maior desempenho nos exercícios, por ser capaz de potencializar o efeito do medicamento (Graham, 2001).

Tabela 1 - Tabela comparativa dos estudos sobre cafeína.

Estudo	Amostra	Treinados	Usuários de Cafeína	%VO ₂ máx	Dose (mg/Kg)/ Horário	Tipo de Exercício	Efeitos da Cafeína
Altimari e Colaboradores (2008)	9 homens	Sim	***	110%	6 – 60 min(') antes	Ciclismo	↑ tempo para fadiga
Azevedo e Colaboradores (2004)	12 homens	Sim	Não	***	5 – 60 min antes	Teste de 3.200m	↑ da performance c/ melhora dos tempos médios
Barbosa e Colaboradores (2008)	37 homens	Sim	Não	***	300 mg 45 min antes	RAST	↑ da performance
Bell e Mclellan (2004)	15 homens 6 mulheres	Sim	13 sim 8 não	80%	5 – 1 ou 3 ou 6h antes	Ciclismo	↑ tempo de exaustão, maior p/ os não-usuários
Brunetto e Colaboradores (2010)	15 homens	Sim	Não	***	-5 + açúcar/ -5 + adoçante/ -bebida descafeinada + adoçante 30' antes	Esteira rolante - submáximo	Não ↑ oxidação de lipídeos nem o tempo de exercício
Conway e Colaboradores (2003)	8 homens	Sim	Não	68%	-6 – 60' antes + placebo 45' durante -3 – 60' antes + 3 – 45' durante	Ciclismo	Sem efeito significativo p/ performance, sem diferenças entre dose única ou doses divididas
Cox e Colaboradores (2002)	A) 12 homens B) 8 homens	Sim	Não	70%	A) 6 – 60' antes/ 6x1 a cada 20'/ 2x5ml/Kg de Coca últimas etapas B) Bebidas à base de cola c/ ou s/ CHO e Cafeína	Ciclismo	↑ da performance c/carboidrato (CHO) + cafeína (Caf) ↓ percepção de esforço, s/ diferença entre as doses
Ferreira e Colaboradores (2006)	8 homens	Sim	Não	***	5 ou 9- 60 min antes	Ciclismo	↓ percepção de esforço, s/ diferença entre as doses
Green e Colaboradores (2007)	13 homens 4 mulheres	Sim	***	***	6 – 60 min antes	Leg Press	↑ nº de repetições S/ alteração na taxa de percepção de esforço
Greer e Colaboradores (2000)	A) 8 homens B) 7 homens	Sim	***	A) 80-85% B) 65-70%	6 – 90 min antes	Ciclismo	A) ↑ tempo de exaustão B) ↓ utilização de glicogênio muscular ↑ glicerol plasmático

Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbne.com.br

Gutierrez e Colaboradores (2000)	18 homens	Sim	***	***	Bebida cafeinada com carboidrato/ Bebida carboidratada comercial 5ml/Kg antes	Teste de agilidade; Salto vertical; Partida de futebol	Saltos maiores após jogo nos atletas que ingeriram a bebida cafeinada
Jacobson e Colaboradores (2000)	8 homens	Sim	Não	70%	CHO(2,6g/Kg)/ CHO + Caf(6mg/Kg)/ Gord(1,2g/Kg) + Caf (6mg/Kg)	Ciclismo	CHO/ Gord + Caf não alterou metabolismo nem performance
Laurent e Colaboradores (2000)	20 homens	Sim	***	65%	6 – 90 min antes	Ciclismo	Não poupou glicogênio muscular; ↑ β – endorfinas – maior performance
Leitão e Colaboradores (2010)	9 homens	Sim	***	110%	6 – 60 min(') antes	Ciclismo	↑ tempo para fadiga
Machado e Colaboradores (2010)	8 homens	Não	***	80,90, 100, 110%	6 – 60 min antes	Ciclismo	↑ capacidade aeróbia
McClaran e Wetter (2007)	9 homens	Não	Não	50%	1,5 ou 3 – 30' antes	Ciclismo	Sem diferença na percepção de esforço e tempo de exaustão
Meyers e Cafarelli (2005)	10 homens	Não	Não	50%	6 – 60 min antes	Contração isométrica do quadríceps	↑ do tempo até a fadiga
O'Connor e Col. (2004)	12 homens	Sim	Não	60%	5 ou 10 – 60 min antes	Ciclismo	Menor percepção da dor c/ a dose 10mg/kg
Pedersen e Colaboradores (2008)	7 homens	Sim	Não	70%	Carboidrato/ Carboidrato + Cafeína (8mg/kg) após o exercício	Ciclismo	Taxa de ressíntese do glicogênio muscular maior no grupo CHO + Caf
Pereira e Colaboradores (2010)	13 mulheres	Sim	***	***	6 – 60 min antes	Special Judô Test Fitness Wingate Test	Não melhorou desempenho motor das judocas
Pereira e Colaboradores (2010)	7 homens	Não	***	***	6 – 60 min antes	Wingate Test	Não melhorou a performance, não reduziu a fadiga
Ping e Colaboradores (2010)	7 mulheres	Sim	Não	70%	5 – 60 min antes	Corrida	↑ tempo p/ exaustão
Plaskett e Cafarelli (2001)	9 homens	Não	Não	50%	6 – 60 min antes	Contração do quadríceps	↑ do tempo até a exaustão
Roberts e Colaboradores (2010)	15 homens	Sim	Não	***	4 – 60' + CHO durante/ CHO durante + Caf	Simulação de um jogo de Rugby	↓ da percepção de esforço no grupo carboidrato + cafeína
Silveira e Colaboradores (2004)	8 homens	Sim	***	30% abaixo do limiar anaeróbio	5 – 60 min antes	Ciclismo	↑ do tempo de exaustão; ↑ oxidação de ácidos graxos e ↓ uso do glicogênio

Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbne.com.br

Simmonds e Colaboradores (2010)	6 homens	Sim	Sim	120%	5 – 60 min antes	Ciclismo	↑ do tempo até exaustão
Vitorino e Colaboradores (2007)	9 homens	Não	Não	***	6 – 60 min antes	Wingate Test	Não houve melhora da performance
Yeo e Colaboradores (2005)	8 homens	Sim	***	64%	CHO + Caf (5mg/Kg) ou ambos durante o exercício	Ciclismo	Maior oxidação de carboidrato exógeno no grupo carboidrato + cafeína (↓ da fadiga)

Fonte: Ribas, Sabrina Ferreira. 2011. (***) Dado não citado no artigo.

CONCLUSÃO

A cafeína atua no sistema nervoso central, promovendo vários efeitos que permitem a diminuição da sensação de fadiga e dessa forma, prolongando a execução do exercício físico.

O mecanismo mais provável para tal efeito é seu antagonismo aos receptores de adenosina, permitindo um aumento do estado de alerta, maior força contrátil do músculo e liberação de catecolaminas.

No geral, indivíduos não-usuários de cafeína tendem a ter uma resposta maior à suplementação (menor número de receptores), bem como aqueles com maior grau de treinamento (adaptações fisiológicas).

Já a teoria de economia de glicogênio por utilização de ácidos graxos ainda é muito questionada, sendo que estudos mais recentes encontraram poucas evidências para comprovar tal fato.

Em relação à dose de cafeína, a faixa mais ergogênica está entre 3-6mg/Kg, tendo melhores resultados quando ingerida 1 hora antes do exercício. A cafeína é efetiva em quase todos os tipos de exercícios, sendo apenas pouco ou nada ergogênica em exercícios de alta intensidade e curta duração.

Em combinação com carboidrato, seu efeito é melhor quando ingerida durante ou após o exercício e associada à creatina, essa última perde seu potencial.

Por ser uma substância com várias propriedades e por agir em vários tecidos, a cafeína precisa de mais estudos para esclarecer pontos ainda duvidosos, sugerindo-se que uma padronização dos protocolos de estudo melhoraria o entendimento de seu potencial ergogênico.

REFERÊNCIAS

- 1- Adan, A.; Serra-Grabulosa, J.M. Effects of Caffeine and Glucose, Alone and Combined, on Cognitive Performance. *Human Psychopharmacology Clinical Experiment.* Vol.25. 2010. p. 310 - 317.
- 2- Altermann, A.M.; Dias, C.S.; Luiz, M.V.; Navarro, F. A Influência da Cafeína como Recurso Ergogênico no Exercício Físico: Sua Ação e Efeitos Colaterais. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva.* São Paulo. Vol.2. Num.10. 2008. p. 225 - 239.
- 3- Altimari, L.R.; Cyrino, E.S.; Zucas, S.M.; Burini, R.C. D. Efeitos Ergogênicos da Cafeína Sobre o Desempenho Físico. *Revista Paulista de Educação Física.* São Paulo. Vol.2. Num.14. 2000. p. 141 - 58.
- 4- Altimari, L.R.; Cyrino, E.S.; Zucas, S.M.; Okano, A.H.; Burini, R.C.D. Cafeína: Ergogênico Nutricional no Esporte. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento.* Brasília. Vol.9. Num.3. 2001. p. 57 - 64.
- 5- Altimari, L.R.; Melo, J.; Trindade, M.; Tirapegui, J.; Cyrino, E. Efeito Ergogênico da Cafeína na Performance em Exercícios de Média e Longa Duração. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto.* Vol.5. Num.1. 2005. p. 87 - 101.
- 6- Altimari, L.R.; Moraes, A.C.; Tirapegui, J.; Moreau, R.L.M. Cafeína e Performance em Exercícios Anaeróbios. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas.* Vol. 42. Num.1. 2006. p. 141 - 58.
- 7- Altimari, L.R.; Fontes, E.B.; Okano, A.H.; Triana, R.O.; Chacon-Mikahil, M.P.T.; Moraes, A.C. A Ingestão de Cafeína Aumenta o Tempo para Fadiga Neuromuscular e o Desempenho

Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbne.com.br

Físico Durante Exercício Supramáximo no Ciclismo. *Brazilian Journal of Biomotricity*. Vol.2. Num.3. 2008. p.195 - 203.

8- Alves, L.A. Recursos Ergogênicos Nutricionais. *Revista Mineira de Educação Física*. Minas Gerais. Vol.10. Num. 1. 2002. p. 23 - 50.

9- Azevedo, R.C.; Filho, P.N.Q.; Ramos, S.B.; Rabelo, A.S.; Aredes, S.G.; Dantas, E.H.M. Efeitos Ergogênicos da Cafeína no Teste de 3.200 Metros. *Fitness e Performance Journal*. Rio de Janeiro. Vol.3. Num. 4. 2004. p. 226.

10- Barbosa, D.J.N.; Pereira, L.N.; Cardoso, M.I.; Pereira, R.; Machado, M. Efeito da Cafeína na Performance e Variáveis Hemodinâmicas do RAST - Estudo Placebo Controlado. *Revista Movimento e Percepção*. Espírito Santo do Pinhal. Vol.9. Num.13. 2008. p.75 - 89.

11- Bassini, A.; Machado, M.; Sweet, E.; Bottino, A.; Bittar, C.; Veiga, C.; Cameron, L.C. Elevação da Natremia Induzida pela Cafeína durante o Exercício. *Fitness e Performance Journal*. Vol.4. Num. 2. 2005. p. 117 - 122.

12- Bell, D.G.; McLellan, T.M. Exercise Endurance 1, 3 and 6 Hours After Caffeine Ingestion in Caffeine Users and Non-users. *Journal of Applied Physiology*. Vol.93. Num.4. 2002. p.1227 - 1234.

13- Braga, L.C.; Alves, M.P. A Cafeína Como Recurso Ergogênico nos Exercícios de endurance. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. Brasília. Vol.8. Num.3. 2000. p. 33 - 37.

14- Brice, C.F.; Smith, A.P. Effects of Caffeine on Mood and Performance: a Study of Realistic Consumption. *Psychopharmacology*. Springer. Vol.164. Num.2. 2002. p.188 - 192.

15- Brunetto, D.; Ribeiro, J.L.; Fayh, A.P.T. Efeitos do Consumo Agudo de Cafeína sobre Parâmetros Metabólicos e de Desempenho em Indivíduos do Sexo Masculino. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol.16. Num.3. 2010. p. 171 - 175.

16- Conway, K.J.; Orr, R.; Stannard, S.R. Effect of a Divided Caffeine Dose on Endurance Cycling Performance, Postexercise Urinary Caffeine Concentration and Plasma Paraxanthine. *Journal of Applied Physiology*. Vol.94. 2003. p.1557 -1562.

17- 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. *Journal of Applied Physiology*. Vol.93. 2002. p.990 - 999.

18- 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. *American Journal of Physiology Regulatory Integrative and Comparative Physiology*. Vol.284. 2003. p.399 - 404.

19- Deslandes, A.C.; Veiga, H.; Cagy, M.; Piedade, R.; Pompeu, F.; Ribeiro, P. Effects of Caffeine on Visual Evoked Potential (P300) and Neuromotor Performance. *Arquivos de Neuropsiquiatria*. Vol.62. Num.2. 2004. p.385 - 390.

20- Doherty, M.; Smith, P.M. Effects of Caffeine Ingestion on Rating of Perceived Exertion During and After Exercise: a Meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. Vol.15. 2005. p.69 - 78.

21- Ferreira, G.M.H.; Guerra, G.C.B.; Guerra, R.O. Efeitos da Cafeína na Percepção do Esforço, Temperatura, Peso Corporal e Frequência Cardíaca de Ciclista sob Condições de Stress Térmico. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. Vol.14. Num.1. 2006. p. 33 - 40.

22- Goldstein, E.R.; Ziegenfuss, T.; Kalman, D.; Kreider, R.; Campbell, B.; Wilborn, C.; Taylor, L.; Willoughby, D.; Stout, J.; Graves, B.; Wildman, R.; Ivy, J.; Spano, M.; Smith, A.; Antonio, J. International Society of Sports Nutrition Position Stand: Caffeine and Performance. *Journal of International Society of Sports*. Vol.7. Num.5. 2010.

23- Graham, T.E. Caffeine and Exercise. *Sports Medicine Journal*. Vol.31. Núm.11. 2001. p. 785 - 807.

Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbne.com.br

- 24- Graham T.E.; Battram, D.S.; Dela, F.; El-Sohemy, A.; Thong, F.S.L. Does Caffeine alter Muscle Carbohydrate and Fat Metabolism during Exercise? *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*. Vol.33. 2008. p.1311 - 1318.
- 25- Green, J.M.; Wickwire, J.; Mclester J.R.; Gendle, S.; Hudson, G.; Pritchett, R.C.; Laurent, C.M. Effects of Caffeine on Repetitions on Failure and Ratings of Perceived Exertion During Resistance Training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. Vol.2. 2007. p.250 - 259.
- 26- Greer, F.; Friars, D.; Graham, T.E. Comparison of Caffeine and Theophylline Ingestion: Exercise Metabolism and Endurance. *Journal of Applied Physiology*. Vol.89. 2000. p.1837 - 1844.
- 27- Greer, F. Myth Buster: Caffeine Does Not Exhibit a Diuretic Effect During Exercise Performance. *Indian Journal of Medical Research*. 2010. p.11 - 13.
- 28- Guttierrez, A.P.; Natali, A.J.; Alfenas, R.C.G.; Marins, J.C.B. Efeito Ergogênico de Uma Bebida Esportiva Cafeinada Sobre a Performance em Testes de Habilidades Específicas do Futebol. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol.15. Num.6. 2009. p.450 - 454.
- 29- Heckman, M.A.; Weil, J.; Mejia, E.G. Caffeine (1,3,7-trimethylxanthine) in Foods: A Comprehensive Review on Consumption, Functionality, Safety and Regulatory Matters. *Journal of Food Science*. Vol.75. Núm.3. 2010. p.77 - 87.
- 30- Jacobson, T.L.; Febbraio, M.A.; Arkinstall, M.J.; Hawley, J.A. Effect of Caffeine Co-ingested with Carbohydrate or Fat on Metabolism and Performance in Endurance-trained Men. *The Physiological Society*. Vol.86. Num.1. 2000. p.137 -144.
- 31- Laurent, D.; Schneider, K.E.; Prusaczyk, W.K.; Franklin, C.; Vogel, S.M.; Krssak, M.; Petersen, K.F.; Goforth, H.W.; Shulman, G.I. Effects of Caffeine on Muscle Glycogen Utilization and the Neuroendocrine Axis during Exercise. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. Vol.85. Num.6. 2000. p. 2170 - 2175.
- 32- Leitão, H.A.; Rocha, F.C.; Marques-Neto, E.M.; Figueiredo, R.G.; Torres-Leal, F.L. Efeito Ergogênico da Cafeína sobre o Desempenho Físico Progressivo Máximo em Ciclistas. *Brazilian Journal of Health*. Vol.1. Num.2. 2010. p. 110 - 117.
- 33- Machado, M.; Breder, A.C.; Ximenes, M.C.; Simões, J.R.; Vigo, J.F.F. Caffeine Supplementation and Muscle Damage in Soccer Players. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*. Vol.45. Num.2. 2009. p. 257 - 261.
- 34- Machado, M.V.; Batista, A.R.; Altimari, L.R.; Fontes, E.B.; Triana, R.O.; Okano, O.H.; Marques, A.C.; Júnior, O.A.; Moraes, A.C. Efeito da Ingestão de Cafeína Sobre os Parâmetros da Potencia Crítica. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*. Vol.12. Num.1. 2010. p. 49 - 54.
- 35- McClaran, S.R.; Wetter, T.J. Low Doses of Caffeine Reduce Heart Rate During Submaximal Cycle Ergometry. *Journal of International Society of Sports*. Vol.4. Num.11. 2007.
- 36- Mello, D.; Kunzler, D.K.; Farah, M. A Cafeína e Seu Efeito Ergogênico. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*. Vol.1. Num.2. 2007. p. 30 - 37.
- 37- Meyers, B.M.; Cafarelli, E. Caffeine Increases Time to Fatigue by Maintaining Force and not by Altering Firing Rates during Submaximal Isometric Contractions. *Journal of Applied Physiology*. Vol.99. 2005. p. 1056 - 1603.
- 38- O'Connor, P.J.; Motl, R.W.; Broglio, S.P.; Ely, M.R. Dose-dependent Effect of Caffeine on Reducing Leg Muscle Pain During Cycling Exercise is Unrelated to Systolic Blood Pressure. *International Association for the Study of Pain*. Vol.109. 2004. p.291 - 298.
- 39- Onzari, M.; Kupritzky, H.; Cillo, F.; Câmara, K. Consumo de Cafeína em Desportistas. *Revista Eletrônica de Ciências Aplicadas al*

Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbne.com.br

Deporte . Buenos Aires. Num.11. 2010. p. 1 - 9.

40- Pedersen, D.J.; Lessard, S.J.; Coffey, V.G.; Churchley, E.G.; Wooton, A.M.; Ng, T.; Watt, M.J.; Hawley, J.A. High Rates of Muscle Glycogen Resynthesis after Exhaustive Exercise when Carbohydrate is Coingested with Caffeine. *Journal of Applied Physiology*. Vol.105. 2008. p. 7 - 13.

41- Pereira, L.A.; Cyrino, E.S.; Avelar, A.; Segantin, A.Q.; Altimari, J.M.; Trindade, M.C.C.; Altimari, L.R. A Ingestão de Cafeína Não Melhora o Desempenho de Atletas de Judô. *Revista de Educação Física. UNESP*. Vol.16. Num.3. 2010. p. 714 - 722.

42- Pereira, L.A.; Curti, J.O.; Camata, T.V.; Gonçalves, E.M.; Leite, S.T.; Costa, T.G.; Gulak, A.; Maia, G.B.M.; Moraes, A.C.; Altimari, L.R. Caffeine does not Change the Anaerobic Performance and Rate of Muscle Fatigue in Young Men and Women. *Medicina Sportiva* Vol.14. Num.2. 2010. p. 36 - 41.

43- Ping, W.C.; Keong, C.C.; Bandiopadhyay, A. Effects of Acute Supplementation of Caffeine on Cardiorespiratory Responses during Running in a Hot and Humid Climate. *Indian Journal of Medical Research*. 2010. p.11 - 13.

44- Plaskett, C.J.; Cafarelli, E. Caffeine Increases Endurance and Attenuates Force Sensation during Submaximal Isometric Contractions. *Journal of Applied Physiology*. Canadá. 2001. p. 1535 - 1544.

45- Roberts, S.P.; Stokes, K.A.; Trewartha, G.; Doyle, J.; Hogben, P.; Thompson, D. Effects of Carbohydrate and Caffeine Ingestion on Performance during a Rugby Union Simulation Protocol. *Journal of Sports Sciences*. Vol.28. Num.8. 2010. p.833 - 842.

46- Silva, M.S. Os Efeitos da Cafeína Relacionados à Atividade Física: Uma Revisão. *Revista Digital EF y Deportes*. Buenos Aires. Num. 66. 2003.

47- Silveira, L.R.; Alves, A.A.; Denabai, B.S. Efeito da Lipólise Induzida pela Cafeína na Performance e no Metabolismo de Glicose durante o Exercício Intermitente. *Revista*

Brasileira de Ciência e Movimento. Vol.12. Num.3. 2004. p. 21 - 26.

48- Simmonds, M.J.; Miah, C.L.; Sabapathy, S. Caffeine Improves Supramaximal Cycling But not the Rate of Anaerobic Energy Release. *European Journal of Applied Physiology*. Vol.109. 2010. p. 287 - 295.

49- Tarnopolsky, M.A.. Effect of Caffeine on the Neuromuscular System – Potential as an Ergogenic Aid. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*. Vol.33. 2008. p.1284 - 1289.

50- Tunnicliffe, J.M.; Erdman, K.A.; Reimer, R.A.; Lun, V.; Shearer, J. Consumption of Dietary Caffeine and Coffee in Physically Active Populations: Physiological Interactions. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*. Vol.33. 2008. p.1301 -1310.

51- Vasconcelos, F.A.; Pinto, R.M.; Navarro, F. Os Potenciais Efeitos da Utilização da Cafeína como Recurso Ergogênico nos Esportes. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*. Vol.1. Num.3. 2007. p. 68 - 76.

52- Vitorino, D.C.; Buzzachera, C.F.; Elisangedy, H.M.; Cunha, R.C.; Osiecki, R.; Silva, S.G. Efeitos da Ingestão Aguda de Cafeína sobre o Desempenho Anaeróbico Intermitente. *Revista de Treinamento Desportivo*. Vol.8. Num.1. 2007. p. 1 - 5.

53- Yeo, S.E.; Jentjens, R.L.P.G.; Wallis, A.; Jeukendrup, A.E. Caffeine Increases Exogenous Carbohydrate Oxidation During Exercise. *Journal of Applied Physiology*. Vol.99. 2005. p. 844 - 850.

Recebido para publicação em 12/03/2011
Aceito em 24/04/2011