

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA - UFSM**  
**CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS**  
**ESPECIALIZAÇÃO – ATIVIDADE FÍSICA, DESEMPENHO MOTOR E**  
**SAÚDE.**

**EFEITO DA CAFEÍNA SOBRE O DESEMPENHO**  
**FÍSICO EM HIPOXIA**

**Autor: Bruno Cattelan Dell'Aglio**  
**Orientador: Luiz Osório Cruz Portela**

**Santa Maria, RS – Brasil**

**2010**

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi verificar o efeito da cafeína sobre a resposta fisiológica aguda e desempenho físico em altitude. Nove atletas masculinos, de diferentes modalidades, com idade entre 21 e 29 anos, foram submetidos a dois testes de esforço máximo em hipoxia (13% O<sub>2</sub>) no intervalo de uma semana, sob ingestão de cafeína (6 mg/kg massa corporal) ou placebo. Todos os participantes foram mantidos “cegos” em relação à substância ingerida. Nos testes mediu-se: - frequência cardíaca (FC), pressão arterial (PA), lactato sanguíneo (LA), sensação subjetiva de esforço (SSE), velocidade, tempo e distância de corrida na esteira ergométrica. A comparação entre os testes com cafeína e placebo, para as variáveis FC, PA, LA e SSE, não apresentou diferença estatística significativa ( $p > 0,05$ ). O tempo e a distância percorrida foi significativamente maior ( $p < 0,05$ ) sob ingestão de cafeína. Concluí-se que a cafeína aumenta a performance de corrida sob exposição aguda a altitude.

**Palavras-chave:** Performance, Hipoxia, Cafeína.

## ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the effect of caffeine on acute physiological response and physical performance at altitude. Nine male athletes of different modalities, aged between 21 and 29 years, underwent two tests of maximal exercise in hypoxia (13% O<sub>2</sub>) in the interval of a week, with caffeine intake (6 mg / kg body weight) or placebo. All participants were kept "blind" with respect to the substance ingested. In the tests was measured: - heart rate (HR), blood pressure (BP), blood lactate (LA), perceived effort (RPE), velocity, time and distance running on the treadmill. The comparison between tests with caffeine and placebo for the variables HR, BP, LA and SES, showed no statistically significant difference ( $p > 0.05$ ). The time and distance traveled was significantly higher ( $p < 0.05$ ) in caffeine intake. It was concluded that caffeine increases the running performance under acute exposure to altitude.

**Keywords:** Performance, Hypoxia, Caffeine.

## INTRODUÇÃO

No esporte moderno, em muitas ocasiões, os atletas precisam competir em ambientes distintos ao que estão habituados ou aclimatados. Como a alteração das condições ambientais, vigentes ao nível do mar, afeta o organismo humano e influencia negativamente na performance esportiva, torna-se necessário uma preparação especial dos atletas.

Os Jogos Olímpicos no México (1968), situado a uma altitude de 2.240m acima do nível do mar, colocou no foco das atenções a relação entre altitude e desempenho esportivo. Serviram para mostrar que a diminuição da pressão barométrica, conseqüentemente da pressão parcial de oxigênio inspirado ( $PIO_2$ ), provoca uma série de alterações fisiológicas que aumentam a sensação de fadiga ao esforço e diminuem a performance.

Várias substâncias foram testadas com o objetivo de melhorar o desempenho esportivo. Recursos ergogênicos são entendidos como substâncias usadas na tentativa de aumentar a potência física, a eficiência mecânica ou a força mental, além dos efeitos atribuíveis ao treinamento (GARRETT; KIRKENDALL, 2003).

Diferentes pesquisadores relatam efeitos benéficos da ingestão da cafeína sobre desempenho aeróbio (MACLINTOSH; WRIGHT, 1995; DENADAI; DENADAI, 1998; GRAHAM; SPRIET, 1998; BELL; MCLELLAN, 2003; DOHERTY; SMITH, 2004; MCLELLAN et al., 2004; DOHERTY; SMITH, 2005). Segundo esses, a cafeína estimula o sistema nervoso central, melhorando a percepção, o tempo de reação, a concentração dos níveis de energia, além de aumentar a contratilidade muscular e o rendimento cardíaco. Os efeitos relatados referem-se à melhora de desempenho esportivo com atletas treinados (KAZAPI; TRAMONTE, 2003; SOUZA; SICHIERI, 2005; GOLDSTEIN et al, 2010).

É objeto de especulação a utilização de cafeína por clubes brasileiros de futebol que disputaram jogos pela copa Libertadores da América em altitudes, porém não se encontram relatos científicos destas experiências, o que deixa dúvidas quanto os benefícios do uso para aumento da performance dos esportistas em locais de altitudes.

O uso de cafeína em prática vigente no futebol, sem o devido suporte científico do efeito sobre a performance em altitude e o fato da existência de suporte bibliográfico para seu efeito ergogênico em normoxia, justificam e dão suporte a presente investigação.

O objetivo desta pesquisa é verificar os efeitos da ingestão de cafeína (6 mg/kg) sobre variáveis fisiológicas e o desempenho físico na exposição aguda a altitude simulada.

## **MÉTODOS**

### **Grupo de estudo**

O grupo de estudo foi formado por nove atletas masculinos de diferentes modalidades esportivas (4 do futebol de campo, 2 do handebol, 1 do tênis, 1 do ciclismo e 1 do jiu-jitsu), com frequência de treinamento entre três a quatro vezes por semana, todos estudavam Educação Física na Universidade Federal de Santa Maria-RS.

Esta investigação foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM - Santa Maria-RS (Processo CEP 23081.003375/2010-54) e todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), seguindo as normas éticas para investigação com seres humanos, conforme a resolução CNS 196/96.

### **Delineamento experimental e instrumentos utilizados**

Após avaliação médica, os atletas liberados foram solicitados a comparecer ao laboratório em dois dias diferentes para realização de dois testes de esforço máximo.

No primeiro dia foram feitas, inicialmente, as medidas antropométricas e da composição corporal, para a caracterização do grupo de estudo. Em seguida, realizou-se o primeiro teste de esforço máximo em hipoxia 13% O<sub>2</sub>, sob a ingestão de cafeína ou substância placebo, dependendo de sorteio. Após o intervalo de sete dias o mesmo teste foi repetido sob a ingestão da substância, cafeína ou placebo, não contemplada no primeiro teste. Ambos os testes foram realizados no mesmo horário.

Nas 24 horas que antecederam os testes de esforço, os indivíduos foram instruídos a manter seus hábitos alimentares, a não realizar esforço físico e a não ingerir bebidas ou alimentos contendo cafeína e álcool.

Mediu-se massa corporal, estatura, dobras cutâneas (DC): Subescapular, tricípital, supra-iliaca, panturrilha, e a massa óssea: diâmetro rádio ulnar e diâmetro trocântérico. Para isso utilizou-se de Balança digital da marca Welmy (capacidade máxima de 200kg e precisão de 100g), estadiômetro de madeira (precisão de 1mm), plicômetro científico da marca Cescorf (resolução de 0,1mm) e um paquímetro (resolução de 0,05mm). O cálculo do percentual de gordura, massa corporal gorda, massa corporal magra, massa residual e massa muscular foram feito indicado em Petroski (1995).

A substância ingerida foi manipulada em uma farmácia especializada, e disposta em cápsulas iguais para impedir a identificação. As cápsulas de cafeína continham 6 mg/kg desta substância e as de placebo a mesma pesagem, porém de amido de milho. Cada participante foi pesado previamente para a determinação da quantidade de cafeína (mg) a ser ingerida. A cafeína ou placebo foram ingeridos uma hora antes do teste de esforço máximo, com os participantes sendo mantidos “cegos” em relação à substância ingerida.

Medidas de Pressão Arterial foram realizadas antes da ingestão de cafeína ou placebo, uma hora após a ingestão de cafeína ou placebo, e após os testes de esforço máximo em hipoxia, estando os participantes em repouso.

Os testes de esforço máximo foram realizados em hipoxia 13% O<sub>2</sub>, obtida através do simulador GO<sub>2</sub>-altitude, conectado ao participante através de circuito respiratório fechado com auxílio de máscara.

O teste foi composto por 5 min de repouso em normoxia, mais 5min em hipoxia, esforço máximo e 5 minutos de recuperação em hipoxia. A velocidade inicial da esteira foi 5,4 km/h com aumento de 1,8 km/h a cada 5 minutos até a fadiga.

A frequência cardíaca foi medida a cada segundo com o auxílio de um frequencímetro da marca Polar. Em esforço tomou-se a média do terceiro ao quinto minuto em cada estágio e em repouso a média dos 5 minutos. Coletou-se do lóbulo da orelha, preparada com pomada vasodilatadora, durante os 20s finais de cada estágio de velocidade (5 min), 20 microlitros de sangue para medida de Lactato sanguíneo. As amostras foram mensuradas imediatamente após o encerramento do teste. O lactato foi medido enzimaticamente no sangue total com o uso do equipamento Biosen 5030<sup>®</sup> do fabricante EKF Diagnostic. A sensação subjetiva de esforço foi obtida utilizando-se a escala de Borg nos 15 segundos finais de cada estágio de 5 minutos, através da indicação gestual por parte dos avaliados.

Durante os testes máximos foram registradas a velocidade, o tempo e a distância percorrida.

## **ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Realizou-se estatística descritiva (média, desvio padrão) e após os dados, referentes aos testes sob cafeína e placebo, foram comparados através do teste “t” de Student para amostras dependentes, adotando-se o nível de significância de 0,05.

## RESULTADOS

Algumas características físicas do grupo de estudo são demonstradas na tabela 1.

Tabela 1 – Dados antropométricos e de composição corporal

Sujeito	Massa Corporal (kg)	Estatura (cm)	Massa Magra (kg)	% de Gordura	$\Sigma$ de 4 Dobras Cutâneas
1	67	173	62	7,29	20,90
2	71	185	64	9,65	28,15
3	86	188	77	9,60	23,80
4	82	186	78	4,50	11,95
5	75	179	63	15,97	49,10
6	78	187	73	6,49	17,15
7	75	174	63	15,40	47,25
8	69	183	65	5,75	15,35
9	71	173	63	11,37	32,80
Média	74,9	180,9	67,6	9,60	27,40
DP	6,2	6,2	6,5	4,10	13,40

O percentual de gordura e o somatório de dobras cutâneas mostram a homogeneidade do grupo estudado. Excetuando-se três sujeitos, os demais apresentam % de gordura que se encontram próximo ou abaixo a 10%, que é o percentual de referência adotado para jogadores de futebol profissional (WILMORE; COSTILL, 1987).

A tabela 2 mostra os efeitos da ingestão do placebo e cafeína antes do teste de esforço máximo nas situações de repouso em normoxia e hipoxia.

Tabela 2 - Efeito do placebo (pla) e cafeína (caf) sobre a frequência cardíaca (FC) e lactato sanguíneo (LA) no repouso, em normoxia (5 min) e hipoxia (5 min).

Sujeito	Normoxia		Hipoxia		Normoxia		Hipoxia	
	FC-pla	FC-caf	FC-pla	FC-caf	LA-pla	LA-caf	LA-pla	LA-caf
1	56	65	70	77	1,24	1,36	1,23	1,30
2	63	70	77	78	2,65	2,70	2,89	2,70
3	75	68	77	77	2,09	1,43	2,31	1,41
4	60	63	72	64	1,00	1,18	1,07	1,21
5	49	62	64	72	1,81	1,64	2,01	1,72
6	65	59	70	61	1,45	1,15	1,45	1,27
7	70	71	74	68	0,58	1,38	0,57	1,53
8	54	59	57	63	1,18	1,53	1,30	1,53
9	78	76	87	84	0,60	1,75	0,67	2,00
Média	63,3	65,9	72	71,6	1,40	1,79	1,50	1,63
DP	9,72	5,79	8,48	7,98	0,68	0,75	0,76	0,47

\*  $p < 0,05$

As médias da FC-pla e FC-caf da tabela 2 em repouso são praticamente iguais. A comparação dos valores individuais dentro de cada situação, normoxia ou hipoxia, através do teste t pareado, não apresenta diferença estatística ( $p > 0,05$ ). O mesmo resultado é constatável para LA.

No entanto, a comparação entre hipoxia e normoxia, mostra que os valores de FC-pla e FC-caf são maiores em hipoxia que em normoxia, e a diferença encontrada entre estas situações é estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

A tabela 3 apresenta o resultado do teste de esforço na esteira considerando velocidade e tempo de esforço submáximos equivalentes.

Tabela 3 - Média e desvio padrão (DP) do grupo a cada 5 minutos de duração dos estágios de esforço. FC (bat/min), LA (Mmol/l), SSE em hipoxia 13% O<sub>2</sub>.

	Velocidade	FC-pla	FC-caf	LA-pla	LA-caf	SSE-pla	SSE-caf
Média	5,4	108,90	105,70	1,68	1,84	7,00	7,00
DP		8,75	11,54	0,76	0,42	0,67	0,00
Média	7,2	138,30	137,20	3,00	3,13	9,00	8,00
DP		11,0	13,50	0,99	0,59	1,27	1,00
Média	9,0	162,20	159,60	4,98	5,03	10,00	10,00
DP		9,10	7,40	1,38	1,44	1,30	1,40
Média	10,8	173,70	173,90	6,98	7,19	13,00	12,00
DP		9,50	5,90	2,14	2,27	2,10	2,50

\* p < 0,05

Como mostra a tabela 3, não há diferença significativa ( $p > 0,05$ ) para a FC, LA e SSE, comparadas nas condições de placebo e cafeína, durante o esforço submáximo em hipoxia 13% O<sub>2</sub>. Assim, não se observa nas variáveis citadas nenhum efeito adicional da cafeína em relação ao placebo.

A tabela 4 demonstra o resultado do placebo e da cafeína ao nível de esforço máximo em hipoxia (13% O<sub>2</sub>).

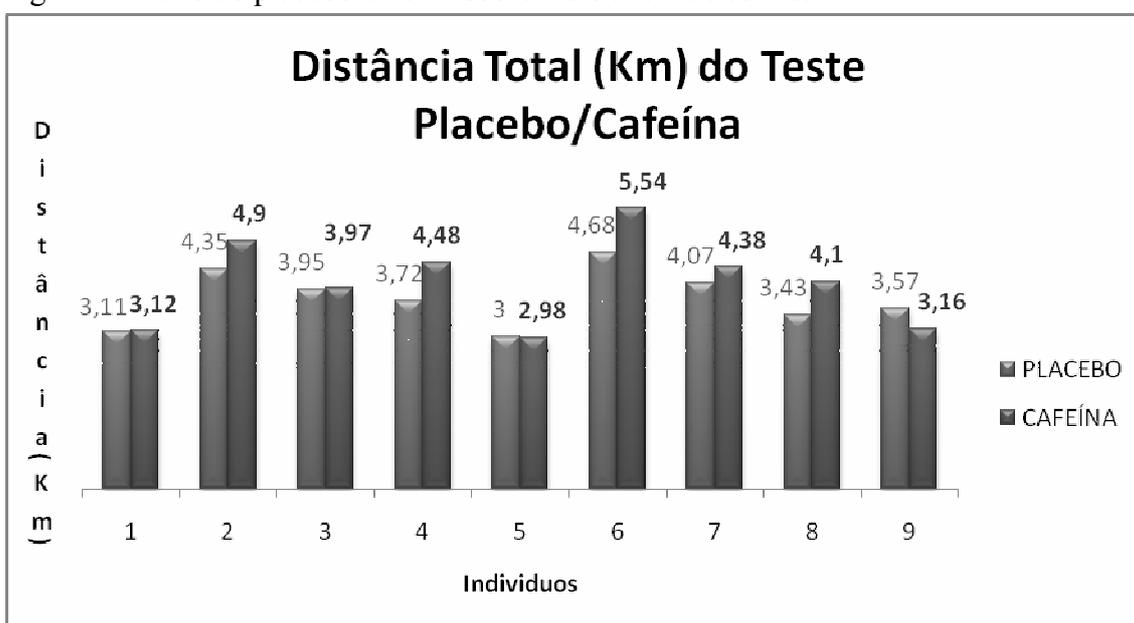
Tabela 4 - FC, LA e TC (tempo de corrida) em exercício máximo

Sujeito	FC-pla	FC-caf	LA-pla	LA-caf	TC- pla	TC-caf
1	191	180	10,57	9,51	21,50	21,47
2	175	187	13,31	12,22	27,22	29,37
3	173	181	10,46	11,02	25,41	25,52
4	190	187	9,18	9,35	24,41	27,49
5	170	176	11,68	10,61	21,23	21,13
6	187	192	9,80	9,29	28,42	32,04
7	197	195	11,64	13,11	26,10	27,51
8	171	174	10,14	9,64	23,18	26,23
9	190	183	8,07	11,07	23,58	21,59
Média	182,70	183,90	10,54	10,65	24,56	25,82
DP	10,30	7,00	1,53	1,40	2,50	3,80

\* p < 0,05

Os valores médios de FC máximo e LA máximo alcançados pelo grupo são similares, porém os resultados não foram comparados através do teste t pareado, pois envolvem diferentes tempos de corrida nos dois testes realizados. Os dados servem para verificar a dimensão quantitativa alcançada nos dois testes. Os principais resultados obtidos se observam para as categorias tempo e distância máxima de corrida na esteira. A comparação dos desempenhos máximos foi significativamente maior sob ingesta de cafeína ( $p < 0,05$ ). O resultado de distância encontra-se ilustrado na figura 1 a seguir.

Figura 1. Efeito do placebo/cafeína sobre a distância de corrida.



## DISCUSSÃO

Vários autores investigaram os possíveis efeitos ergogênicos da cafeína sobre o desempenho aeróbio em normoxia (GOLDSTEIN et al, 2010). Bell e MacLellan (2002) relatam aumento da FC de repouso, em corrida submáxima e máxima em normoxia. Observaram a melhora no tempo e na distância percorrida após a ingestão de 5 mg de cafeína por kg de peso corporal em relação ao placebo. Encontraram maiores concentrações de LA antes, durante e na exaustão nos ensaios com uso de cafeína. Tais resultados foram também descritos por Graham (1995); Pasman et al. (1995) e Spriet (1995).

Ping et al. (2010) investigaram nove corredores do sexo masculino, após uma hora da ingestão de placebo e cafeína (5 mg por kg de peso corporal) e não observaram variação

significativa na FC, LA e SSE nas situações de repouso, exercício submáximo e máximo em normoxia na esteira. Tais achados em relação às variáveis fisiológicas descritas contradizem Bell e MacLellan (2002), Graham (1995); Pasma et al. (1995) e Spriet (1995). No entanto, a duração da corrida até a exaustão foi significativamente maior com o uso da cafeína em comparação ao placebo, assim como referido pelos mesmos autores.

O tempo de corrida em normoxia foi prolongado com o uso de cafeína em experimentos com fundistas de elite, Spriet et al. (1992) e Cohen et al. (1996). Neste caso foi consumido 10mg de cafeína por kg de massa corporal uma hora antes do teste de corrida na esteira. Mesmo com a utilização de uma maior dosagem de cafeína, os valores de FC, LA e SSE encontrados foram semelhantes nos testes com cafeína e placebo.

Conforme demonstrado anteriormente pelos autores citados, para a situação de normoxia, confirma-se o efeito positivo da ingestão de cafeína sobre a performance física.

Na presente investigação, não foi constatada diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre FC-pla e FC-caf comparadas entre si, no repouso na situação de normoxia ou de hipoxia. O comportamento da FC em normoxia apresentou as mesmas características já reportadas por Ping et al. (2010), Spriet et al. (1992) e Cohen et al. (1996). Não se encontrou dados científicos que contrariassem ou corroborassem os achados referentes à FC de repouso em hipoxia.

A concentração de LA no repouso em normoxia e hipoxia foi similar sob ingestão de cafeína e placebo, resultados também obtidos por Ping et al. (2010), Spriet et al. (1992) e Cohen et al. (1996).

A similar FC e LA no repouso em normoxia e hipoxia, encontrados pelos autores já citados e por esta investigação, são positivos para a performance, pois maiores valores sob ingestão de cafeína implicaria em redução da reserva da FC e aumento de consumo de carboidratos.

A FC-pla no repouso em hipoxia foi significativamente ( $p < 0,05$ ) maior que em normoxia. O mesmo ocorreu com a FC-caf. Ambas as situações demonstram o maior efeito da hipoxia, pois FC-caf e FC-pla não se diferenciam quando comparadas dentro da situação de hipoxia ou normoxia. No caso da ingestão de cafeína, o aumento, a variação de FC obtida em hipoxia é maior e superaria o possível efeito de aumento pela ação da cafeína. Similar resultado foi encontrado para LA. Investigações feitas em hipoxia por Friedmann et al. (2005) relatam aumento da FC e LA no repouso, que foi confirmado neste estudo.

A análise dos efeitos da cafeína sob as variáveis fisiológicas pesquisadas, durante a corrida na esteira em hipoxia, devem informar sobre as alterações e os possíveis benefícios

proporcionados por esta substância. Conforme mostra a tabela 3, não foi constatada diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre cafeína e placebo para as variáveis FC, LA, SSE nas diferentes velocidades de esforço submáximo. Assim, não se confirma, em hipoxia, o padrão de resposta encontrado em normoxia por Falk et al. (1989), Graham (1995), Spriet (1995) e Bell e MacLellan (2002), que reporta o aumento significativo da FC e LA sob cafeína em comparação ao placebo. Os resultados confirmam o encontrado, em normoxia, por Spriet et al. (1992), Cohen et al. (1996) e Ping et al. (2010). Neste sentido observa-se o mesmo já relatado em repouso: os mecanismos de regulação de FC, LA sob hipoxia e exercício sobrepõe os efeitos de cafeína, que é, supostamente, menor.

Ao nível de esforço máximo em hipoxia, sob ingestão de cafeína ou placebo, não foi encontrado diferença na expressão quantitativa da FC e LA. No entanto, como tais foram alcançados em velocidades diferentes sob cafeína e placebo não podem ser comparados. A expressão máxima não revela uma tendência diferente sob cafeína, maiores ou menores valores, que a observada com o placebo.

Uma das principais questões a serem respondidas é se a cafeína proporciona aumento da performance. Tal questão foi investigada em normoxia com a conclusão, de grande parte dos autores, de que a cafeína melhora o desempenho de endurance (GOLDSTEIN et al., 2010). Os autores que seguem, relatam o mesmo para a situação de hipoxia.

Berglund e Hemmingsson (1982) observaram que 6mg de cafeína por kg de peso corporal aumentou significativamente o desempenho de corrida em 14 atletas de Cross-Country em relação ao placebo. Fulco et al. (1994) também obtiveram, após submeterem 8 ciclistas a ingestão de 4mg de cafeína por kg de peso corpóreo uma hora antes do exercício, aumento significativo da resistência física até a exaustão. Chapman e Stager (2008) relataram aumentando a performance dos indivíduos sob administração de cafeína (7mg/kg de peso corporal).

Os resultados obtidos na presente investigação encontram confirmação nos estudos de outros investigadores como Berglund e Hemmingsson (1982), Fulco et al. (1994) e Chapman e Stager (2008). Desta maneira encontra-se bem respaldada a afirmação de que o desempenho de corrida em hipoxia aumenta significativamente sob ingestão de cafeína.

## CONCLUSÃO

Sob condições de hipoxia, o desempenho de corrida aumenta com a ingestão de cafeína. A cafeína não altera significativamente a resposta fisiológica da FC, LA no repouso e nas diferentes velocidades submáximas de corrida em hipoxia em comparação a situação placebo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELL, D. G.; MCLELLAN, T. M. **Effect of repeated caffeine ingestion on repeated exhaustive exercise endurance.** *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.35, p348-354, 2003.

BELL, D. G.; MCLELLAN, T. M. **Exercise endurance 1, 3, and 6 h after caffeine ingestion in caffeine users and nonusers.** *J Appl Physiol.* 1227–1234, 2002.

BERGLUND, B.; HEMMINGSSON, P. **Effects of Caffeine Ingestion on Exercise Performance at Low and High Altitudes in Cross-Country Skiers.** *Int J Sports Med* 03(4): 234-236, 1982.

CHAPMAN, R.F.; STAGER, J.M. **Caffeine stimulates ventilation in athletes with exercise-induced hypoxemia.** *Med. Sci. Sports Exerc.* 40(6):1080–1086, 2008.

COHEN, B. S.; et al. **Effects of caffeine ingestion on endurance Racing in heat and humidity.** *Eur. J. Appl. Physiol.*, 73:358, 1996.

DENADAI, B. S.; DENADAI M. L. **Effects of caffeine on time to exhaustion in exercise performed below and above the anaerobic threshold.** *Brazilian Journal of Medical and Biological Research.* v.31, p.581-585, 1998.

DOHERTY, M.; SMITH, P. M. **Effects of caffeine ingestion on exercise testing: a meta-analysis.** *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism.* v.14, n.6, 2004.

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.* v.15, p.69-78, 2005.

FALK, B.; et al. **The effect of caffeine ingestion on physical performance after prolonged exercise.** *European Journal of Applied Physiology.* V. 59, n.3, 168-173, 1989

FRIEDMANN, B.; et al. **Individual Variation in the Reduction of Heart Rate and Performance at Lactate Thresholds in Acute Normobaric Hypoxia.** *Int J Sports Med.* 26 (7): 531-536, 200

FULCO, C. S.; et al. **Effect of caffeine on submaximal exercise performance at altitude.** Aviat Space Environ Med. 65(6):539-45, 1994.

GARRET, William E. Jr.; KINKERDALL, Donald T. **Recursos ergogênicos. A ciência do exercício e dos esportes.** Porto Alegre: Artmed, 2003.

GRAHAM T.E. **Metabolic, catecholamine, and exercise performance responses to various doses of caffeine.** J Appl Physiol. 78:867-874, 1995.

GRAHAM, T.; SPRIET, L. **Metabolic and exercise endurance effects of coffee and caffeine ingestion.** Journal of Applied Physiology. v.85, p.883-889, 1998.

GOLDSTEIN, E. R.; et al. **International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance.** Journal of the International Society of Sports Nutrition, 7:5, 2010.

KAMIMORI, G. H. **Effects of altitude (4300 M) on the pharmacokinetics of caffeine and cardio-green in humans.** Eur J Clin Pharmacol. 48 : 167-170, 1995.

KAZAPI, I. A. M; TRAMONTE, V. L. G. **Suplementação alimentar.** Nutrição do atleta. 2003.

MACLINTOSH, B. R.; WRIGHT, B. M. **Caffeine ingestion and performance of a 1500-metre swim.** Canadian Journal of Applied Physiology. v.20, p.168-177, 1995.

MCLELLAN, T. M.; BELL D. G.; KAMIMORI, G. H. **Caffeine improves physical performance during 24h of active wakefulness.** Aviation, Space and Environmental Medicine. v.75, p666-672, 2004.

PASMAN, W.J.; BAAK M.A.; JEUKENDRUP A.E. **The effect of different dosages of caffeine on endurance performance time.** Int J Sports Med. 16:225-230, 1995.

PETROSKI, E.L. **Desenvolvimento e validação e equações generalizadas para estimativa da densidade corporal em adultos.** Tese de doutorado, UFSM. Santa Maria, RS, 1995.

PING, W. C.; KEONG, C. C.; BANDYOPADHYAY, A. **Effects of acute supplementation of caffeine on cardiorespiratory responses during endurance running in a hot & humid climate.** Indian J Med Res. 132, 36-41, 2010.

SOUZA, R.A.G.; SICHIERI, R. **Consumo de cafeína e prematuridade.** Revista Nutrição Brasil. v.18, n.5, p.573-704, 2005.

SPRIET, L.L. **Caffeine and performance.** Int J Sports Nutr.5: S84-S99, 1995.

SPRIET, L.L; et al. **Caffeine ingestion and muscle metabolism during prolonged exercise in humans.** Am. J. Physiol. 262:E891, 1992.

VAN SOEREN, M. H.; GRAHAM, T. E. **Effect of caffeine on metabolism, exercise endurance, and catecholamine responses after withdrawal.** J Appl Physiol. 1493-1501, 1998.

WILMORE, J.H.; COSTILL, D.L. **Training for sport and activity.** Boston, 1987.