

Macronutrientes

Artigo Original

Perfil hematológico e de reservas de macronutrientes em jogadores de futebol em fase de pré-temporada

**André Nascimento Monteiro: CREF- 5086 G/RJ
CREFITO-43194 F**

Laboratório de Bioquímica de Proteínas. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
PROCIMH - Universidade Castelo Branco.
Universidade Iguaçú.
Universidade Salgado de Oliveira.
Universidade Estácio de Sá.
professormonteiro@terra.com.br

Adriana Bassini: CREFITO-2: 35312-F

Laboratório de Bioquímica de Proteínas. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
adriana.bassini@terra.com.br

Luiz Claudio Cameron

Laboratório de Bioquímica de Proteínas. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
PROCIMH - Universidade Castelo Branco.
Instituto de Genética e Bioquímica - Universidade Federal de Uberlândia.
cameron@unirio.br

MONTEIRO, A. N.; BASSINI A.; CAMERON L. C. Perfil hematológico e de reservas de macronutrientes em jogadores de futebol em fase de pré-temporada. *Fitness & Performance Journal*, v.5, n° 3, p. 129-133, 2006.

Resumo - A performance de jogadores de futebol está intimamente ligada ao seu treinamento e sua possibilidade de recuperação. As condições de treinamento e alimentação em clubes de distintas divisões são singularmente diferentes. No presente estudo comparamos o perfil hematológico e bioquímico de duas equipes de jogadores do futebol brasileiro, uma da primeira divisão (EqP) e outra da terceira divisão (EqA) na fase de pré-temporada. As equipes tinham diferentes condições de treinamento, alimentação e de suporte multiprofissional que estavam relacionadas à estrutura do clubes a que pertenciam. Os atletas foram avaliados hematologicamente e bioquimicamente em jejum no dia da sua apresentação ao clube. A análise do setor vermelho dos atletas da EqP mostrou uma maior saturação de hemoglobina, assim como um setor branco diferenciado, com leucometria maior em aproximadamente 37%, iminentemente entre os neutrófilos e monócitos ($p < 0.05$). A análise de indicadores nutricionais do grupo da primeira divisão revelou uma maior reserva de macronutrientes com concentração mais elevada de glicose, triacilgliceróis e albumina sanguíneos. Em adição a concentração sanguínea de creatinina e uréia da EqP foram maiores sugerindo maior turnover protéico. Nossos achados podem indicar que a EqP da primeira divisão conta com atletas com maior condição nutricional e melhor possibilidade de recuperação pós-exercício e sugerem a possibilidade de acompanhamento de equipes desportivas através de análises bioquímicas com o objetivo de melhora de performance.

Palavras-chave: Amônia, Creatinina, Exercício, Treinamento, Urato, Uréia.

Endereço para correspondência:

Av Pasteur, 296- Térreo. Caixa postal n° 22290-240 - Rio de Janeiro - Brazil

Data de Recebimento: Abril / 2006

Data de Aprovação: Maio / 2006

Copyright© 2006 por Colégio Brasileiro de Atividade Física Saúde e Esporte.

ABSTRACT

Blood profile and macronutrients stock in different level soccer players

The soccer players' performance is clearly linked with training and resting possibilities. Both training and nutrition conditions may vary in different clubs. In this study we compare the hematological and biochemical profile of two distinct professional teams, from the first (EqP) and third (EqA) ranking in Brazilian championship before the beginning of the season. The teams had different conditions of feeding, training and professional support, which were related to the economical status of each club. The subjects were evaluated after 12 h fasting in the returning from vacation. The analysis of red sector showed a major hemoglobin saturation and an ~37% greater white sector to the EqP, specially due to neutrophils and monocytes ($p < 0.05$). The analysis of nutritional indicators showed a differentiated macronutrients stock in the same team, with increased concentration of glucose, triacylglycerols and albumin. In addition we found raised urea and creatinin concentrations in EqP than EqA, suggesting a bigger protein turnover. Our data suggest that the EqP from the first ranking has athletes with both a better nutritional status and post exercise recuperation ability and lead us to the necessity of biochemical and hematological analysis for the best athletes' performance.

Keywords: Ammonia, Creatinin, Exercise, Training, Urat, Urea.

INTRODUÇÃO

O treino de uma equipe de futebol passa por uma etapa preparatória básica que é composta por maior preparação física que se sobrepõe ao treinamento técnico e tático. Neste momento deve ser realizada a avaliação funcional dos atletas objetivando a prescrição do treinamento. A avaliação metabólica tem se mostrado eficaz na obtenção destes objetivos, possibilitando a descoberta de doenças silenciosas que interferem na performance do indivíduo e conseqüentemente no resultado da equipe (Fallon et al., 2001; Malcovati, Pascutto & Cazolla, 2003; Bassini et al., 2005).

A variação na relação ATP/ADP estimula o aumento do fluxo glicolítico (Schulz & Hermann, 2003). A disponibilidade dos estoques de glicogênio hepático e muscular está correlacionada com a performance e o aparecimento da fadiga e seu decréscimo provoca o aumento da oxidação de aminoácidos para a manutenção do pool intracelular de ATP (Maclean, Kiens & Graham, 1996; Angus; Febbraio & Hargreaves, 2002; Mourtzakis & Graham, 2002). Já que durante o exercício intenso os carboidratos são a principal fonte de energia para manutenção da contração muscular, as reservas energéticas de glicogênio e lipídios tem um papel poupador no uso de aminoácidos como substratos anapleróticos (Schrauwen-Hinderling et al., 2003).

Durante e após o exercício extenuante múltiplos mecanismos fisiológicos modificam o setor vermelho e branco (Pedersen, 2000). Estudos anteriores mostraram que jogadores de futebol tem valores maiores de hematócrito e hemoglobina dependentemente da etapa do treinamento (Helgerud et al., 2001). Ademais as contrações musculares severas induzidas pelo exercício agudo provocam microlesões vasculares que estimulam o fator de crescimento endotelial vascular (VEGF), mobilizando as células mononucleadas para a circulação (Ramel, 2004). Em relação ao setor branco, logo

RESUMEN

Perfil hematológico y de reservas de macronutrientes en jugadores de fútbol de distintos niveles

La performance de jugadores de fútbol es una función de su entrenamiento y su capacidad de recuperación. Las condiciones de entreno y alimentación in equipos de diferentes categorías son muy distintas. En este estudio comparamos el perfil hematológico y bioquímico de dos equipos profesionales del football brasileño, una de la primera división (EqP, atletas y equipos de elite) con otra de la tercera división (EqA) en su etapa antes del inicio del campeonato. Los dos equipos tenían una gran diferencia en las condiciones socio económicas, así como en el entrenamiento, alimentación y estructura ofrecidas a los jugadores. Los atletas fueron evaluados hematologicamente y bioquimicamente en ayunas en el día de su presentación al club. La análisis del segmento rojo sanguíneo mostró una saturación de hemoglobina mas grande así como glóbulos blancos diferenciados con aumento de estos de cerca de 37%, principalmente los neutrofilos y monocitos ($p < 0.05$). El estudio de indicadores nutricionales del grupo de la primer división ha demostrado también una reserva de macronutrientes más grande con concentración sanguínea más elevada de glicose, triacilgliceroles y albúmina. Además la concentración sanguínea de cretinina y urea del EqP fueran mas grandes, lo que sugiere un incremento en el turnover proteico. Estos hallazgos pueden indicar que el EqP de la primer división tiene atletas con mejor condición nutricional y mejor capacidad de recuperación después del ejercicio, sugiriendo la necesidad del acompañamiento de equipos deportivos a través de análisis bioquímicas para la mejora de la performance.

Palabras-Clave: Creatinina, Ejercicio, Entrenamiento, Urato, Urea.

após o exercício ocorre leucocitose, linfocitose e neutrofilia (Ikarugi, 2003). Em conjunto, o treinamento intenso é capaz de produzir imunossupressão pela atenuação da desmarginalização dos linfócitos associada a liberação de catecolaminas (Krzyszowski et al. 2001; Hong e col., 2005).

Jogadores de futebol profissional estão sujeitos a intensos programas de treinamento que podem prejudicar a performance e a capacidade de recuperação. Assim as condições metabólicas prévias dos atletas podem influenciar na performance atlética, o que justifica uma extensa análise do perfil nutricional destes atletas. Neste estudo comparamos o status nutricional avaliado a partir de indicadores bioquímicos e o perfil hematológico em jogadores de duas equipes de futebol com estruturas diferenciadas visando demonstrar a relação entre estas variáveis.

MATERIAIS E MÉTODOS

Sujeitos:

Jogadores de futebol pertencentes a duas equipes de futebol profissional filiados à Confederação Brasileira de Futebol (CBF) participaram voluntariamente do estudo. A equipe preta (EqP; n=22) da primeira divisão do Campeonato Brasileiro de Futebol e a equipe azul (EqA; n=20) registrada na terceira divisão. Os atletas foram instruídos quanto à natureza dos procedimentos que atendeu às normas de pesquisas em humanos, estabelecidas pelo Comitê de Ética da Universidade Castelo Branco.

Os sujeitos foram avaliados clinicamente e foram excluídos usuários de fármacos e recursos ergogênicos e/ou aqueles com histórico de doenças prévias.

QUADRO 1

MÉTODOS DE ANÁLISE DE METABÓLITOS E OUTROS COMPONENTES PLASMÁTICOS

| Elemento | Método |
|---|-------------------------------------|
| Eletroforese de proteínas | Eletroforese em acetato de celulose |
| Lipídios totais | Charbroil e Charonnat |
| Cloro; bilirrubinas; capacidade de combinação do ferro e colesterol | Espectrofotométrico |
| Potássio ;sódio | Eletrodo seletivo |
| AST; ALT; creatinina; glicose; PA; triacilgliceróis; urato; uréia | Enzimático |
| Ferritina | Quimioluminescência |

Sangue venoso livre de estase foi coletado após jejum de 12 horas. Os elementos figurados foram separados por centrifugação no local do experimento (3000 rpm x 5 min) e o plasma ou soro separado foi rapidamente congelado e estocado a -70°C para posterior análise.

Procedimento experimental:

A EqA foi avaliada 15 dias após o início do período de treinamento e a EqP foi avaliada no dia da apresentação dos jogadores após período de 30 dias de férias sem treinamento formal e após 13 dias do início do treinamento; As equipes foram avaliadas após jejum de 12 horas.

Análise laboratorial:

Sangue venoso livre de estase foi coletado dos sujeitos. Os elementos figurados foram separados por centrifugação no local do experimento (3000 rpm x 5 min), sendo o plasma ou soro separado, rapidamente congelado em nitrogênio líquido e estocado a -70°C para posterior análise. O setor vermelho e setor branco foram medidos automatizadamente e as outras análises foram feitas com kits comerciais segundo os métodos descritos (Quadro 1).

Análise estatística:

Os resultados obtidos durante o estudo foram analisados utilizando o teste t de Student. Sendo consideradas significativas diferenças para $p < 0.05$. Todos os dados foram expressos em média \pm erro padrão (SE).

RESULTADOS

O exercício pode induzir a alterações hematológicas em atletas. A análise dos setores vermelho e branco dos grupos foi realizada para detectar possíveis alterações metabólicas causadas por diferença no transporte de gases, infecções ou infestações silenciosas e possíveis desvios nutricionais. Os achados hematológicos foram normais dentro dos parâmetros estudados e ambos grupos apresentaram elevado hematócrito. Foi encontrada diferença no perfil hematológico das equipes. A análise do setor vermelho mostrou a maior concentração de hemoglobina e menor capacidade de combinação do ferro na equipe EqP com variação de aproximadamente 7% e 16% respectivamente ($p < 0.05$). Não foi observada diferença na concentração sanguínea de ferritina. Em relação a contagem celular do setor branco, a equipe EqP teve mais leucócitos (~37%); neutrófilos (~102%) e monócitos (352%) e menos linfócitos (29%) (Tabela 1).

Diversos indicadores foram observados para estudar o status nutricional das equipes e a excreção de metabólitos. A equipe EqP teve indicadores de maior concentração de macronutrientes disponíveis. Neste grupo houve diferença para glicemia (~16%);

TABELA 1

PERFIL HEMATOLÓGICO DOS JOGADORES DE FUTEBOL EM DO

| | EqA Média (SE) | EqP Média (SE) |
|---|----------------------|-----------------------|
| Hemácias (1012/L) | 5.1 \pm (0.1) | 5.1 \pm (0.1) |
| Hemoglobina (mmol/L) | 2.2 \pm (<0.1) | 2.4 \pm (< 0.1)* |
| Hematócrito % | 45.1 \pm (0.5) | 46.3 \pm (0.4) |
| VCM (fl) | 89.0 \pm (1.1) | 91.5 \pm (0.7) |
| HCM (pg) | 28.7 \pm (0.4) | 30.9 \pm (0.3)* |
| CHCM (g/L) | 32.2 \pm (0.2) | 33.8 \pm (0.1)* |
| Leucócitos (x106/L) | 4580 \pm (170) | 6260 \pm (310)* |
| Eosinófilos (x106/L) | 145.7 \pm (13.0) | 216.3 \pm (33.7) |
| Mielócitos (x106/L) | 0 \pm (0) | 0 \pm (0) |
| Metamielócitos (x106/L) | 0 \pm (0) | 0 \pm (0) |
| Neutrófilos (x106/L) | 1148.2 \pm (82.2) | 3145.8 \pm (243.8)* |
| Linfócitos (x106/L) | 3200.0 \pm (126.1) | 2273.5 \pm (119.4)* |
| Monócitos (x106/L) | 90.8 \pm (11.4) | 411.0 \pm (27.0)* |
| Capacidade de ligação ao ferro (μ mol/L) | 63.7 \pm (0.8) | 53.5 \pm (0.8)* |
| Ferritina (μ g/L) | 119.3 \pm (22.6) | 92.8 \pm (11.6) |

Os setores vermelho e branco foram mensurados por contagem automatizada. Os achados demonstram superioridade na capacidade imune e no setor vermelho da equipe B ($p < 0.05$). Os parâmetros estão dentro das faixas populacionais normais.

TABELA 2

AVALIAÇÃO DO STATUS NUTRICIONAL DURANTE O PERÍODO DE PRÉ-TEMPORADA

| | EqA Média (SE) | EqP Média (SE) |
|-------------------------|----------------|----------------|
| Glicose (mmol/L) | 4.3 (<0.1) | 5.0 (<0.1)* |
| Colesterol (mmol/L) | 3.8 (0.1) | 4.8 (0.2)* |
| Lipídios totais (g/L) | 5.3 (0.1) | 5.8 (0.4) |
| Triglicerídeos (mmol/L) | 0.7 (<0.1) | 1.6 (0.2)* |
| Proteínas totais (g/L) | 69.7 (0.2) | 77.4 (0.7)* |
| Albumina (g/L) | 42.3 (0.4) | 51.5 (0.7)* |

A equipe B apresenta indicadores de maior disponibilidade de macronutrientes ($p < 0.05$). Os achados estão dentro da faixa de normalidade populacional.

colesterol total (~29%); triacilgliceróis (~132%) e albumina (~22%). Ambas equipes tinham status nutricional normal para faixa populacional (Tabela 2).

Em adição, investigamos o funcionamento hepático e renal através da medida de metabólitos nitrogenados. A equipe EqP teve maior turnover proteico demonstrado pelas maiores concentrações de creatinina (~12%) e uréia (~20%). Não houve diferença significativa na bilirrubinemia total dos sujeitos, porém a equipe EqP apresentou maior bilirrubinemia direta, com menor bilirrubinemia indireta. Além disso houve diferença nas concentrações sanguíneas de AST, ALT e AP entre as duas equipes (Tabela 3). Todos os sujeitos apresentam função hepática e renal preservada.

Para garantir que as diferenças entre as equipes não eram causadas por hemodiluição, foram analisados os principais eletrólitos sanguíneos. As duas equipes apresentaram valores séricos normais de cloreto, potássio e sódio. A EqP teve uma natremia maior (1%) e menor cloremia (2%), sem diferença na kalemia (Tabela 4). Durante o estudo não houve alteração clínica em qualquer dos atletas que estivessem correlacionadas com modificações hidro-eletrolíticas.

DISCUSSÃO

Diversas mudanças hematológicas acontecem em resposta ao exercício e a nutrição. As equipes analisadas apresentaram um hematócrito elevado como é esperado em praticantes de atividade física de endurance devido a sinalização da eritropoetina em resposta as demandas de O₂ (Helgerud et al., 2001). Além disso os atletas da EqP apresentaram valores de hematócrito e hemoglobina cerca de 6% maiores do que os medidos em atletas europeus (Malcovati et al., 2003). Ao comparar a capacidade de transporte

de O₂ das equipes pode se notar que a EqP está mais adaptada devido a sua maior concentração de hemoglobina intraeritrocitária. A análise do setor vermelho dos jogadores pode levar a conclusão de que o trabalho cardíaco relativo da EqP é menor do que o da outra, consequentemente mais econômico e eficiente.

Fallon et al. (2001) mostraram que não ocorrem alterações nos valores de ferritina no início treinamento. Ambas as equipes tinham concentração similar desta proteína, embora os valores encontrados fossem maiores do que os descritos para atletas de futebol, (Malcovati et al., 2003). A capacidade de ligação de ferro da EqA foi maior do que a do outro grupo, mostrando que este time deve estar exposto a menor quantidade de Fe dietético ou a menor absorção deste mineral.

A investigação dos indicadores bioquímicos de reservas de macronutrientes revelou que a EqP se encontrava em melhor situação nutricional e metabólica do que a EqA. A glicemia em jejum da equipe P foi maior o que sugere uma maior reserva de glicogênio e/ou melhor recuperação pós exercício, embora não tenhamos dosado glicogênio hepático ou muscular. Destarte a lipidemia de ambos os times ser igual, a EqP teve maior triacilgliceridemia e colesterolemia indicando maior capacidade de síntese e adequação na ingestão de carboidratos. O time P teve maior uremia e creatininemia maior do que o do outro grupo. Estes achados poderiam induzir a idéia de um balanço nitrogenado negativo, contudo as reservas proteicas da EqP estavam elevadas, assim como sua capacidade de conjugação de bilirrubina o que sugere um turnover proteico mais elevado e positivo. A EqA teve a menor albuminemia e proteinemia das equipes, o que indica menor disponibilidade para a síntese e armazenamento de proteínas. A análise conjunta destes achados sugere que a EqP está submetida

TABELA 3

CONCENTRAÇÕES SÉRICAS DOS METABÓLITOS NITROGENADOS E ENZIMAS

| | EqA Média (SE) | EqP Média (SE) |
|--|------------------|-------------------|
| Creatinina ($\mu\text{mol/L}$) | 81.3 \pm (1.8) | 91.0 \pm (1.8)* |
| Urato (mmol/L) | 0.3 \pm (<0.1) | 0.3 \pm (<0.1) |
| Uréia (mmol/L) | 9.2 \pm (0.5) | 11.1 \pm (0.6)* |
| PA (U/L) | 93.2 \pm (1.0) | 58.2 \pm (0.7)* |
| Bilirrubina total ($\mu\text{mol/L}$) | 11.8 \pm (0.5) | 12.8 \pm (0.8) |
| Bilirrubina direta ($\mu\text{mol/L}$) | 4.3 \pm (0.7) | 6.0 \pm (0.3)* |
| Bilirrubina indireta ($\mu\text{mol/L}$) | 8.0 \pm (0.2) | 6.8 \pm (0.5)* |
| AST (U/L) | 9.7 \pm (0.6) | 27.0 \pm (1.3)* |
| ALT (U/L) | 7.0 \pm (0.5) | 27.9 \pm (2.0)* |

Observa-se maior turnover proteico e enzimas marcadoras de lesão hepática e muscular na equipe B ($p < 0.05$). Não houve diferença entre as equipes nos valores de bilirrubinemia total ($p > 0.05$). Os parâmetros estão dentro das faixas populacionais normais.

TABELA 4

PRINCIPAIS ELETRÓLITOS SÉRICOS MEDIDOS NOS JOGADORES DE FUTEBOL

| | EqA Média (SE) | EqP Média (SE) |
|-------------------|----------------|----------------|
| Cloro (mmol/L) | 102.0 ± (<0.1) | 100.1 ± (0.4)* |
| Potássio (mmol/L) | 4.1 ± (<0.1) | 4.3 ± (0.5) |
| Sódio (mmol/L) | 141.7 ± (0.5) | 143.2 ± (0.5)* |

Os eletrólitos mostram ausência de artefatos dilucionais. A EqP teve maior natremia e menor cloremia ($p < 0.05$). Os valores estão dentro da faixa de normalidade populacional.

a um treinamento mais intenso com recuperação mais adequada e melhor reposição nutricional de macronutrientes.

A resposta imunológica celular aumenta em decorrência dos exercícios de alta intensidade e longa duração, porém os linfócitos só se diferenciam para uma resposta imune específica (Pedersen et al. 2000). Diversos estudos verificaram alterações no setor branco de atletas durante períodos de exercício (Natale et al. 2003; Ramel et al. 2004), em nosso ensaio houve diferença entre o setor branco das equipes. Os atletas da EqP tiveram valores mais elevados de leucócitos totais; eosinófilos; neutrófilos e monócitos, no entanto a concentração sanguínea de linfócitos da EqA foi significativamente maior. Nossos achados se encontram de acordo com o descrito anteriormente onde foi encontrada concentração elevada de neutrófilos mais elevados após o exercício (Fallon et al. 2001). Estas respostas podem ser função da intensidade e duração do exercício, assim como do status nutricional, o que pode explicar os valores mais baixos para os jogadores da equipe com melhor suporte nutricional e multidisciplinar (Rohde et al., 1998; Walsh et al., 1998; Krzykowski et al., 2001; Mackinnon e Hooper, 1996).

Considerando que a análise de ambas as equipes foi feita durante o período de treinamento e em jejum, os dados metabólicos refletem o somatório dos perfis nutricional e de recuperação pós exercício. Nossos achados podem indicar que os indicadores utilizados podem mostrar a reserva nutricional e sua função poupadora que se correlaciona com a maior viabilidade do sistema imune, em situações de metabolismo intenso.

ABREVIACOES

AP – fosfatase alcalina
 ALT – alanina amino transferase
 AST – aspartato amino transferase
 CHCM – concentração média da hemoglobina corpuscular
 CBilirubin – bilirrubina conjugada
 CBF -- Confederação Brasileira de Futebol
 IBC – capacidade de ligação do ferro
 Fe – ferro 2+ e 3+
 HCM – Hemoglobina corpuscular média
 K+ - potássio
 Na+ - sódio
 NCBilirubin – bilirrubina não conjugada
 VCM – volume corpuscular médio
 VEGF – fator de crescimento endotelial vascular endotelial

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGUS, D. J.; FEBBRAIO, M. A.; HARGREAVES, M. Plasma glucose kinetics during prolonged exercise in trained humans when fed carbohydrate. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.*, 283: 573-577, 2002.
- BASSINI, A. et al. Elevação da natremia induzida pela cafeína durante o exercício. *Fitness e Performance J.*, 4 (2): 2005.
- FALLON, K. E.; FALLON, S. K.; BOSTON, T. The acute phase response and exercise: court and field sports. *Br. J. Sports Med.*, 35: 170 – 173, 2001.
- HELGERUD, J. et al. Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med. & Sci. Sports & Exe.*, n. 7491, p. 1925-1931, 2001.
- HONG, S. et al. Attenuation of T-Lymphocyte demargination and adhesion molecule expression in response to moderate exercise in physically fit individuals. *J. Appl. Physiol.*, 98: 1057 – 1063, 2005.
- IKARUGI, H. et al. High intensity exercise enhances platelet reactivity to shear stress and coagulation during and after exercise. *Pathophysiol. Haemost., Thromb.* 33: 127-133, 2003.
- KRZYKOWSKI, K. et al. Effect of glutamine and protein supplementation on exercise-induced decreases in salivary IgA. *J. Appl. Physiol.*, n. 91, p. 832-838, 2001.
- MACLEAN, D. A. et al. Stimulation of muscle ammonia production during exercise following branched-chain amino acid supplementation in humans. *J. Physiol.*, 493: 909-922, 1996.
- MACKINNON, L. T.; HOOPER, S. L. Plasma glutamine and upper respiratory tract infection during intensified training in swimmers. *Med. & Sci. Sports & Exe.*, n. 28, p. 285-290, 1996.
- MALCOVATI, L.; PASCUTTO, C.; CAZOLLA, M. Hematologic passport for athletes competing in endurance sports: a feasibility study. *J. Hematology.*, 88(05), 2003.
- MOURTZAKIS, M.; GRAHAM, T. E. Glutamate ingestion and its effects at rest and during exercise in humans. *J. Appl. Physiol.*, 93:1251-1259, 2002.
- NATALE, V. M. et al. Effects of three different types of exercise on blood leukocyte count during and following exercise. *Rev. Paul. Med.*, 2003.
- PEDERSEN, B. K.; TOFT, A. D. Effects of exercise on lymphocytes and cytokines. *Br. J. Sports Med.*, 34: 246-251, 2000.
- RAMEL, A.; WAGNER, K-H.; ELMADFA, I. Correlations between plasma noradrenaline, concentrations, antioxidants, and neutrophil counts after submaximal resistance exercise in men. *Br. J. Sports Med.*, 38, 2004.
- ROHDE, T.; MACLEAN, D. A.; PEDERSEN, B. K. Effect of glutamine supplementation on changes in the immune system induced by repeated exercise. *Med. & Sci. Sports & Exe.*, 1998.
- SCHRAUWEN-HINDERLING, P. et al. The Increase in Intramyocellular Lipid Content Is a Very Early Response to Training. *J. Clin. & Metab.*, 88 (4), 1610 – 1618, 2002.
- SCHULZ, H., H. Hermann. Glycogen depletion as indication for ammonia determination in exercise testing. *Eur. J. Sports Sci.*, 3:1-9, 2003.
- WALSH, N. P. et al. The effects of high-intensity intermittent exercise on the plasma concentrations of glutamine and organic acids. *Eur. J. Appl. Physiol.*, n. 77, p. 434-438, 1998.