

VERIFICAÇÃO DE UM BIOMARCADOR DE ESTRESSE OXIDATIVO EM ATLETAS DE NATAÇÃO EM PERÍODO ESPECÍFICO DE TREINAMENTO FÍSICO

Dayanne Sarah Lima¹
 Fabrício Azevedo Voltarelli²
 Kátia Simone Kietzer¹

RESUMO

Os efeitos benéficos dos exercícios físicos são amplamente estudados e conhecidos, no entanto os mesmos podem ser perdidos caso a prescrição seja incorreta, podendo gerar prejuízos à saúde do indivíduo. O presente estudo verificou um biomarcador de peroxidação lipídica em atletas de natação em dois momentos (específicos inicial [I] e final [F] após quatro semanas ininterruptas de treinamento físico). Participaram do estudo sete nadadores do gênero masculino (15 ± 2 anos) com dois anos de prática. Amostras de sangue (5ml) foram coletadas para a determinação dos níveis das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) como biomarcador de estresse oxidativo. Os valores médios de TBARS (ng/ml) foram maiores no momento F ($54,3 \pm 13,3$) se comparado ($p < 0,05$) ao momento I ($48,7 \pm 11,7$). O aumento da intensidade bem como a redução de volume de treinamento do momento I para o momento F provocou aumento nos níveis de TBARS, denotando possível aumento da produção de radicais livres e a clara influência do controle de carga de treinamento sobre os mecanismos de estresse oxidativo de atletas de natação e sua influência sobre a performance desses atletas. Tal fato pôde ser comprovado pelos valores mais elevados de frequência cardíaca de repouso e do tempo percorrido no teste de 200m no momento F. Sugerimos que TBARS pode ser utilizado como variável de controle no que se refere à elaboração de programas individuais de treinamento físico na natação, buscando-se evitar, entre outras coisas, a instalação do quadro de overtraining nesses atletas.

Palavras-chave: Treinamento Esportivo. Natação de Alto Desempenho. Estresse Oxidativo. Overtraining.

1-Universidade do Estado do Pará-UEPA, Brasil.

2-Universidade Federal de Mato Grosso-UFMT, Brasil.

ABSTRACT

Verification of an oxidative stress biomarker in swimmers during specific physical training period

The beneficial effects from the exercise are widely studied and known, however they may be lost if the prescription is incorrect, and may cause damage to the health of the individual. The present study verified a biomarker of lipid peroxidation in swimmers in two moments (specific initial [I] and specific final [F] after four weeks of uninterrupted physical training). The study included seven male swimmers (15 ± 2 years) with two years of practice. Blood samples (5ml) were collected to determine the levels of thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) as a biomarker of oxidative stress. The mean values of TBARS (ng / ml) were higher ($p < 0.05$) in F (54.3 ± 13.3) if compared to I (48.7 ± 11.7). The increased intensity as well as volume reduction of physical training from I moment to F moment increased the TBARS levels, denoting, possibly, higher free radical values and the influence of the training program on both oxidative stress mechanisms and performance of swimmers. This fact was proven by higher values of resting heart rate and elapsed time in the 200m test in F. We suggest that TBARS can be used as a control variable in relation to the preparation of individual programs of physical training in swimming in order to avoid, among other things, the overtraining syndrome.

Key words: Sports Training. High Performance Swimming. Oxidative Stress. Overtraining.

E-mail:
 saliday.uepa@hotmail.com
 favoltarelli@ufmt.br

INTRODUÇÃO

O aumento no consumo de oxigênio (O₂) devido à prática de exercícios físicos, de forma aguda ou crônica, pode gerar lesões oxidativas às células (Antunes Neto, Silva e Macedo, 2005), uma vez que foi demonstrado que, durante o exercício aeróbio, a produção de Espécies Reativas de Oxigênio (EROs) ocorre devido ao extravasamento de elétrons da cadeia transportadora de elétrons na mitocôndria. Tal extravasamento acontece em função do aumento da utilização de oxigênio, da ordem de cem a duzentas vezes, em relação ao repouso (Vazatta e colaboradores, 2009) e, no caso da prática esportiva, pode atingir maiores proporções devido às competições e ao intenso ritmo de treinamento físico aos quais os atletas são rotineiramente submetidos (Pereira e Souza Junior, 2009; Silva e colaboradores, 2009).

As diversas modalidades de esporte apresentam demanda diferentes de oxigênio e, portanto, o metabolismo oxidativo do atleta se comporta de maneiras distintas (Maglischo, 2010). Nesse sentido, sabe-se que a natação promove elevado dispêndio de energia tanto a partir da tentativa de manter a flutuação quanto pela geração de movimento na horizontal. Essas demandas surgem, principalmente, devido à resistência da água, fato que requer uma elevada capacidade aeróbia, traduzida em maiores captação, transporte e utilização do O₂ (McArdle, Katch e Katch, 2011); tal condição pode estimular mecanismos relacionados ao estresse oxidativo celular, sendo este causado pelo desequilíbrio entre a produção de EROs e o combate às mesmas pelas enzimas antioxidantes.

Tendo em vista esse cenário, acreditamos que a verificação e, ainda mais importante e relevante, o controle de biomarcadores de estresse oxidativo, podem ser ferramentas úteis no que se refere ao diagnóstico de possíveis condições deletérias tanto à saúde como à performance do atleta, como por exemplo, a síndrome do super-treinamento (overtraining).

Margonis e colaboradores (2007) relataram não existir um marcador exato e fidedigno de overtraining em atletas de alto rendimento. Por outro lado, Nunes (2010) propõe que o monitoramento dos parâmetros fisiológicos, bioquímicos, imunológicos e

psicológico do atleta pode ser a melhor estratégia para identificar o estresse causado pelo treinamento. No entanto, são escassos na literatura estudos que verificaram a relação dos momentos de treinamento físico (baseados na periodização do programa de treinamento) com o estresse oxidativo em atletas de natação.

Desta forma, o presente estudo analisou as concentrações de um conhecido e confiável biomarcador de estresse oxidativo, mais especificamente de peroxidação lipídica da membrana celular (substâncias que reagem ao ácido tiobarbitúrico – TBARS), em atletas de natação em diferentes momentos de sua periodização (específico inicial e final) a fim de utilizá-lo como uma possível ferramenta de detecção de overtraining ou, ainda, como um sinalizador de que tanto intensidade como volume de treino devem ser alterados ao longo do período de treinamento físico, no sentido de proteger o atleta. A hipótese inicial de nosso estudo foi que

o marcador de estresse oxidativo supracitado se alteraria ao final da periodização utilizada e que o mesmo, nesse sentido, e independentemente como seria tal alteração, poderia ser uma ferramenta útil para o controle das cargas de treinamento de atletas de natação.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi do tipo ensaio clínico, pois foram envolvidos seres humanos. De acordo com o período de seguimento do estudo, caracterizou-se por ser longitudinal, no qual foi destinado a estudar mudanças ao longo do tempo de treinamento físico. A direção temporal do estudo é prospectiva, pois a montagem do estudo foi no presente, seguindo-se para o futuro. Apresenta perfil analítico, devido à intenção de se verificar uma hipótese. É um estudo não controlado porque se trata da comparação do indivíduo com ele mesmo, porém em diferentes momentos de treinamento (Hochman e colaboradores, 2005).

Participaram do estudo sete atletas de natação (15 ± 2 anos de idade), todos pertencentes à equipe de natação da ADESEF- Associação dos Docentes da Escola Superior de Educação Física-Belém, Pará, Brasil. Os mesmos realizavam, à época do estudo, treinamento físico regular em um

período superior a dois anos (todos participavam de competições de nível estadual), com frequência de seis vezes por semana, duas horas por dia.

O planejamento do treino da equipe da Associação dos Docentes da Escola superior de Educação Física (ADESEF) se deu pelo modelo de periodização ATR, que consiste na utilização de três mesociclos denominados acumulação, transformação e realização.

Após a aprovação do projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde-UEPA (Protocolo de nº 367.652), os voluntários e responsáveis (pois todos os sujeitos eram menores de idade) foram informados sobre os objetivos e possíveis riscos envolvidos no estudo. Os responsáveis pelos voluntários assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido antes do início das atividades propostas.

O estudo foi realizado durante a temporada preparatória dos atletas (período específico de treinamento) para o Campeonato Paraense (segundo semestre de 2013). Os sujeitos foram avaliados em dois momentos: no início do período específico (I) e ao final do período específico de treinamento físico (F). A duração total do período específico foi de quatro semanas ininterruptas.

O programa de treinamento físico foi elaborado pela equipe de técnicos da ADESEF e não sofreu intervenção por parte dos pesquisadores. A representação esquemática do treinamento físico, quantificada para cada fase, está apresentada na tabela 1.

No primeiro dia de cada uma das fases (inicial e final) supracitadas, foi verificada a frequência cardíaca de repouso (FC_{rep}) por meio de aparelho digital (G-Tech Master BP3BK1, Rio de Janeiro, Brasil). É importante ressaltar que, após o aquecimento, todos os atletas foram submetidos a um teste de 200 metros. As mensurações das variáveis fisiológicas ocorreram antes do início dos treinos e a obtenção dos tempos se deu pelo cronômetro Casio HS-70W-1 (Santa Catarina, Brasil).

Além disso, amostras de sangue (5 ml) foram coletadas pela veia antecubital em tubos vacutainers contendo EDTA e imediatamente colocadas em gelo e levadas para Laboratório de Morfofisiologia Aplicada à Saúde da UEPA, onde foram centrifugadas a 3000 rpm por 15 minutos em centrífuga refrigerada Nova técnica – Uberlândia-MG- Brasil (-4°C). O plasma foi separado e armazenado em tubos plásticos tipo eppendorf®, os quais permaneceram em Ultra Freezer Indrel (IULT 335D-86°C / São Paulo, Brasil) para posterior análise dos níveis de TBARS, tal como descrito a seguir.

Tabela 1 - Treinamento físico adotado pela equipe da ADESEF.

	Específico (inicial)	Específico (final)
Volume diário	6000m	5000m
Sessões semanais	8	6
Intensidade	40%	55%
Ativação Energética	Acumulação	Acumulação
Duração do treino	120min	120min
Valências físicas trabalhadas	Força, Velocidade, Capacidade Aeróbia, Limiar anaeróbio, Resistência Aeróbia	

Protocolo de determinação das concentrações de TBARS

O método para determinação da concentração plasmática de TBARS, proposto por Percário e colaboradores (1994), foi utilizado para inferir sobre a ocorrência de peroxidação lipídica (uma vez que os TBARS são produtos resultantes da mesma) causada à membrana celular devido ao ataque das EROs. Essa técnica baseia-se na incubação

do plasma coletado em meio ácido e aquecido, onde o malondialdeído (MDA) reage com uma variedade de agentes nucleofílicos para produzir cromógenos com alta absorvidade molar no espectro visível. A sua condensação com o ácido tiobarbitúrico (TBA) forma produtos que serão determinados por absorvância em espectrofotômetro (SpectraMax Plus384, Califórnia, EUA).

O cálculo para o valor de MDA da amostra foi obtido por meio da seguinte

fórmula: (ng/ml) = Média das Absorbâncias das amostras x (10 x 440,61/Absorbância padrão de MDA).

Análise estatística

Os dados foram apresentados na forma de tabelas e figuras (Microsoft Excel 2010) e analisados estatisticamente por meio do programa estatístico BioEstat 5.0. Foi utilizada estatística descritiva (média e desvio padrão) para a caracterização da amostra. Em virtude de os dados apresentarem normalidade, foi utilizado o teste t student pareado. Foi adotado um nível de significância de $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

A figura 1 apresenta os valores médios de TBARS determinados nos momentos I e F. Os níveis de TBARS (ng/ml) foram significativamente maiores ($p < 0,005$) em F ($54,3 \pm 13,3$) quando comparados ao I ($48,7 \text{ng/ml} \pm 11,7$).

A Tabela 2 mostra os valores brutos e percentuais de variação individual das concentrações de TBARS bem como os valores brutos individuais da FC_{rep} dos atletas.

A Tabela 3 apresenta os valores médios referentes à frequência cardíaca de repouso (FC_{rep}) e ao tempo percorrido pelos atletas no teste de 200m ($T_{200\text{m}}$) nos momentos I e F. É possível notar maiores valores dessas três variáveis no momento F se comparado a I.

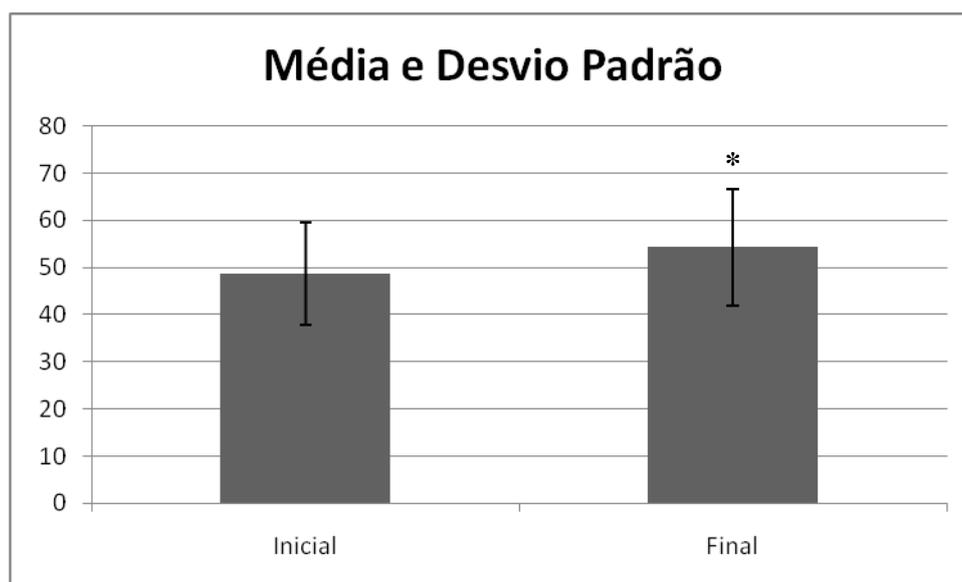


Figura 1 - Concentrações médias de TBARS (ng/ml) dos atletas nos períodos inicial (I) e final (F).

Tabela 2 - Valores brutos e médios (ng/ml) e aumento, em percentual, das concentrações de TBARS nos momentos I e F.

Atleta	TBARS I	TBARS F	Aumento (%)
1	46,37	50,23	7 %
2	33,43	39,93	15,5 %
3	50,59	53,75	6 %
4	54,81	58,36	6,1 %
5	59,03	70,64	16,4 %
6	63,24	70,43	10,20%
7	33,73	36,86	8,5%
X±	49,14±	54,99±*	
DP	12,77	13,36	

Legenda: * $p < 0,05$

Tabela 3 - Valores médios (n=7) de Frequência cardíaca de repouso (FC_{rep} ; bpm), Pressão arterial de repouso (PA_{rep} ; mm/Hg) e tempo percorrido pelos atletas no teste de 200m (T_{200m} ; segundos) nos momentos I e F.

Variáveis	FC_{rep} I	FC_{rep} F	T_{200m} I	T_{200m} F
Média	66,28±	71,14±	129,9±	135,0
± DP	± 2,11	± 3,09	± 4,70	± 2,82

DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo denotaram que houve concomitância em relação aos valores mais elevados de TBARS (biomarcador de peroxidação lipídica / estresse oxidativo), de FC_{rep} e de tempo percorrido no teste de 200m com o aumento da intensidade de treinamento (momento F da periodização dos atletas), confirmando que o aumento na intensidade ao qual os atletas foram submetidos, de acordo com a periodização prescrita, gerou aumento no estresse oxidativo bem como piora no que se refere à performance e prejuízo ao sistema cardiovascular dos atletas. Não obstante, sabe-se que há relação intrínseca entre estresse oxidativo e intensidade e duração do treinamento físico (Tromm e colaboradores, 2011).

O organismo humano tem a capacidade de se adaptar frente aos diferentes tipos de estresse, seja ele de origem interna ou externa (Gomez-Cabrera, Domenech e Viña, 2008).

O exercício físico, por exemplo, é de origem externa e promove adaptações tanto metabólicas, tais como gasto energético, como morfofuncionais, por meio do aumento da secção transversa do músculo esquelético (Vazatta e colaboradores, 2009).

Existem alguns fatores que podem desencadear desequilíbrio em relação aos mecanismos oxidantes / antioxidantes, como por exemplo: exercício físico extenuante, lesões isquêmicas, oxidação de LDL-colesterol e reações inflamatórias (Olszewer, 1995; Riegel, 2002), os quais ocorrem devido ao aumento da produção EROs. No que tange a prática esportiva, o ataque de EROs pode promover lesões musculares, com instalação de processo inflamatório. Esses fatores estão envolvidos na redução do desempenho, e, provavelmente, com o overtraining (Tirapegui e colaboradores, 2007).

Contudo, como deflagrado pelos nossos resultados, é preciso salientar que a

intensidade do exercício, no que se refere aos seus domínios (leve, moderada e intensa) deve ser considerada. Por exemplo, o exercício físico crônico moderado produz adaptações metabólicas que reduzem o estresse oxidativo, como por exemplo, a diminuição dos níveis de TBARS e aumento na expressão e atividade das enzimas antioxidantes, tanto em pessoas saudáveis (Tromm e colaboradores, 2011) como naquelas com patologia (Garcia e colaboradores, 2013) e, ainda, em animais saudáveis (Vieira Junior e colaboradores, 2013; Prada e colaboradores, 2004) ou não (Antunes Neto e colaboradores, 2008). Isso ocorre, pois, em condições fisiológicas normais, a produção de radicais livres é contrabalanceada por substâncias antioxidantes, tais como as enzimas Superóxido Dismutase (SOD), Catalase (CAT) e Glutathione Peroxidase (GPx), neutralizando sua ação e favorecendo o reestabelecimento do equilíbrio pró / antioxidante (Riegel, 2002).

Por outro lado, há situações em que o organismo do atleta não aumenta sua capacidade antioxidante visando o reestabelecimento do equilíbrio relacionado aos eventos oxidantes e antioxidantes; isso ocorre, principalmente, durante o exercício físico exaustivo (tanto para atletas como para sedentários, em magnitude distinta, é claro), uma vez que há aumento suprafisiológico na produção de EROs e, conseqüentemente, exacerbação do estresse oxidativo, o qual poderá danificar diversos órgãos e tecidos (Tromm e colaboradores, 2011).

Por outro lado, é importante ressaltar que a formação das EROs nem sempre é deletéria. De acordo com Ribeiro e colaboradores (2005), as EROs estão envolvidas na regulação da expressão de genes sensíveis aos sinais redox. Outros papéis, como sinalização das etapas de contração muscular normal e a eliminação de bactérias, também podem ser enquadradas na importância das EROs (Amorim e Tirapegui, 2008). No entanto, faz-se importante, como já

dito, o controle ótimo da relação volume vs. intensidade de treinamento para que isso ocorra e que, assim, prejuízos sejam efetivamente evitados.

Nossos resultados mostraram que todos os atletas apresentaram valores mais elevados de TBARS no momento F da periodização, sugerindo tendência para os riscos de os mesmos serem acometidos pelo overreaching, ou até mesmo, pela síndrome do overtraining (condição extrema). No entanto, como limitação do nosso estudo, não mensuramos biomarcadores de overtraining, como por exemplo, as concentrações dos hormônios testosterona e cortisol (e a razão entre eles).

Um estudo recente (Gomez-Cabrera, Ferrando e Brioché, 2013) verificou os níveis de malondialdeído plasmático (MDA; produto da peroxidação lipídica) de ciclistas que participaram do Tour de France (~ 3000 km de prova, 21 dias ininterruptos). No entanto, são escassos na literatura estudos que verificaram o efeito de diferentes momentos da periodização do treinamento físico em atletas de natação no que tange à avaliação das concentrações de TBARS.

Os poucos estudos existentes com natação mostraram aumento na atividade da enzima antioxidante catalase após o treinamento físico (2ª sessão) na etapa competitiva de periodização do treinamento (Silva e colaboradores, 2009), aumento na produção de EROs após exercício agudo de alta intensidade (Schneider e Oliveira 2004), e melhora do perfil antioxidante (redução de EROs) após treinamento físico prolongado (Aguilar-Silva e colaboradores, 2002) denotando, dessa forma, que a intensidade é determinante para a alteração ou manutenção dos parâmetros relacionados aos marcadores de estresse oxidativo de atletas de natação.

Baseado na discussão supracitada e levando em consideração que houve alteração significativa nos níveis de TBARS no momento F no presente estudo, sugerimos que esse importante biomarcador de estresse oxidativo pode ser utilizado como sinalizador da intensidade ideal a ser prescrita para atletas jovens de natação. Para dar legitimidade aos nossos achados, a elevação da FCrep, também no momento F, mostra que adaptações cardiovasculares positivas podem ser revertidas caso não haja o equilíbrio oxidante / antioxidante do organismo do atleta.

Tal fato pode ser confirmado pela piora na performance dos atletas quando os mesmos foram submetidos ao teste de 200 metros. É bem provável que o aumento de TBARS, confirmando ocorrência de estresse oxidativo nas células (principalmente musculares e, também, epiteliais) pode ter provocado tais respostas negativas.

CONCLUSÃO

Finalmente, reiteramos a ideia proposta pela comunidade científica de que a avaliação de biomarcadores de estresse oxidativo (não só TBARS, mas também outros como enzimas antioxidantes, razão glutatona reduzida / oxidada, etc) possa servir de parâmetro para a elaboração de programas individuais de treinamento físico na natação, buscando-se evitar, entre outras coisas, a instalação do quadro de overtraining nesses atletas.

Estudos futuros são necessários a fim de monitorar esses biomarcadores durante toda a temporada de treinamento físico, tendo como intuito a detecção individual do perfil oxidante / antioxidante de cada atleta com o objetivo de manter e/ou melhorar a sua performance durante os treinamentos e, principalmente, no momento da competição. Tal detecção poderá ser de grande utilidade tanto para os cientistas do exercício físico quanto para os técnicos esportivos de natação e, também, de outras modalidades.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à instituição de ensino, UEPA, por ter proporcionado toda a estrutura para o trabalho. Bem como a equipe de atletas e técnicos da ADESEF, na qual permitiram a realização do estudo.

REFERÊNCIAS

- 1-Aguilar-Silva, R.H.; Cintra, B.B.; Milani, S.; Moraes, T.P.; Tsuji, H. Estado antioxidante do sangue como indicador da eficiência do treinamento em nadadores. Rev. Bras. Ciên. E Mov. Vol. 10. Núm. 3. p.7-11. 2002.
- 2-Amorim, A. G.; Tirapegui, J. Aspectos atuais da relação entre exercício físico, estresse oxidativo e magnésio. Rev. Nutr. Vol. 21. Núm. 5. 2008.

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

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

www.ibpex.com.br / www.rbpfex.com.br

- 3-Antunes-Neto, J. M. F.; Silva, L. P.; Macedo, D. V. Biomarcadores de estresse oxidativo: novas possibilidades de monitoramento em treinamento físico. *R. bras. Ci e Mov.* Vol. 13. Núm. 2. 2005.
- 4-Antunes Neto, J. M. F.; e colaboradores. Níveis comparativos de estresse oxidativo em camundongos em duas situações do limite orgânico: overreaching induzido por treinamento de natação e câncer. *Rev Bras Med Esporte [online]*. Vol. 14. Núm. 6. p.548-552. 2008. ISSN 1517-8692.
- 5-Garcia, A.; Fraga, G. A.; Vieira Junior, R.C.; Silva, C. M. S.; Trombeta, J. C. D. S.; Navalta, J. W.; Prestes, J.; Voltarelli, F. A. Effects of combined exercise training on immunological, physical and biochemical parameters in individuals with HIV/AIDS. *Journal of Sports Sciences*. 2013.
- 7-Gomez-Cabrera, M-C.; Domenech, E.; Viña, J. Moderate exercise is an antioxidant: Upregulation of antioxidant genes by training. *Free Radical Biology & Medicine*. Vol. 44. p.126-131. 2008.
- 8-Gomez-Cabrera, M-C; Ferrando, B.; Brioché, T.; Sanchis-Gomar, F.; Vinã, J. Exercise and antioxidant supplements in the elderly. *Journal of Sport and Health Science*. p.94e100. 2013.
- 9-Hochman, B.; Nahas, F. X.; Oliveira Filho, R. S.; Ferreira, L. M. Desenhos de Pesquisa. Artigo Original. *Acta Cirúrgica Brasileira*. Vol. 20. Supl. 2. 2005.
- 10-Maglischo, E. W. Nadando o mais rápido possível. 3ª edição. Manole. 2010.
- 11-Margonis, K.; e colaboradores. Oxidative stress biomarkers responses to physical overtraining: implications for diagnosis. *Free Radical Biology & Medicine*. Vol. 43. p.901-910. 2007.
- 12-Mcardle, W. D.; Katch, F. I.; Katch, V. L. Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano. 7ª edição. Guanabara Koogan. 2011.
- 13-Nunes, R. T. Controle da carga de treinamento em curto prazo: marcadores hematológicos, psicológicos, enzimáticos e imunológicos. Dissertação de Mestrado em Educação Física. UFJF. Juiz de Fora. 2010
- 14-Olszewer, E. Radicais livres em medicina. 2.ed. São Paulo: Fundo Editorial BYK, 1995.
- 15-Percário, S.; Vital, A. C. C.; Jablonka, F. Dosagem do Malondialdeído. *NewsLab*. Vol. 2. Núm. 6. p.46-50. 1994.
- 16-Pereira, B.; Souza Junior, T. P. Exercício físico intenso como pró-oxidante: mecanismos de indução de estresse oxidativo e consequências. Artigo de Revisão, 2009.
- 17-Prada, F. J. A., Voltarelli, F. A., Oliveira, C. A. M., Gobatto, C. A., Macedo, D. V., Mello, M. A. R. Condicionamento aeróbio e estresse oxidativo em ratos treinados por natação em intensidade equivalente ao limiar anaeróbio. *R. bras. Ci e Mov.* Vol. 12. Núm. 2. p. 29-34. 2004.
- 18-Ribeiro, S. M. R.; e colaboradores. A formação e os efeitos das espécies reativas de oxigênio no meio biológico. *Biosci. J.* Vol. 21. Núm. 3. 2005.
- 19-Riegel, R. E. Bioquímica. 3ª edição. rev. ampl. São Leopoldo-RS. UNISINOS. 2002.
- 20-Schneider, C. D.; Oliveira, A. R. de. Radicais livres de oxigênio e exercício: mecanismos de formação e adaptação ao treinamento físico. *Rev Bras Med Esporte*. Vol. 10. Núm. 4. 2004.
- 21-Silva, L. A.; e colaboradores. Resposta de duas sessões de natação sobre parâmetros de estresse oxidativo em nadadores. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. Vol. 11. Núm. 2. 2009.
- 22-Tromm, C. B; e colaboradores. Efeito de diferentes frequências semanais de treinamento sobre parâmetros de estresse oxidativo. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. Vol. 14. Núm. 1. p.52-60. 2012.
- 23-Tirapegui, J.; e colaboradores. Aspectos atuais sobre estresse oxidativo, exercícios físicos e suplementação. *Rev Bras Med Esporte*. Vol. 13. Núm. 5. 2007.

Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

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

www.ibpex.com.br / www.rbpex.com.br

24-Vazatta, R.; e colaboradores. Exercício Físico e Mecanismo Antioxidante de Defesa. Saúde Rev. Vol. 11. Núm. 28/29. 2009.

25-Vieira Junior, R. C.; Silva, C. M. S.; Araújo, M. B.; Garcia, A.; Voltarelli, V. A.; Reis Filho, A. D.; Voltarelli, F. A.; Treinamento aeróbio de natação aumenta a atividade de enzimas antioxidantes e o conteúdo de glicogênio no musculoesquelético de ratos. Ver. Bras. Med. Esporte. Vol. 19. Núm. 3. 2013

Conflito de Interesses

Todos os autores declararam que não há nenhum potencial conflito de interesses referente a este artigo.

Endereço para correspondência:
Dayanne Sarah Lima.
Universidade do Estado do Pará.
Escola superior de Educação Física- ESEF.
Av. João Paulo II, nº 817. Bairro: Marco.
CEP: 66095-049

Recebido para publicação 27/06/2014
Aceito em 03/09/2014