

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ATIVIDADE FÍSICA, DESEMPENHO MOTOR E
SAÚDE**

**RESPOSTA ERGOESPIROMÉTRICA DE PENTATLETAS AO TREINAMENTO
HIPÓXICO INTERMITENTE**

Prof. Julini Saldanha Penteadó
Acadêmica de Especialização em Atividade Física, Desempenho Motor e Saúde

Santa Maria, Dezembro de 2010

RESUMO

Atletas de provas de endurance e profissionais da Educação Física estão em constante busca de conhecimento científico que possibilite aperfeiçoamento de planos de treinamento físico, com a consequente obtenção de melhoras nos resultados em competições esportivas. Seguindo esse propósito, tem-se discutido a utilização do Treinamento Hipóxico Intermitente (THI), que consiste na exposição do indivíduo à inalação de ar com concentração de Oxigênio reduzida obtido a partir da utilização de um circuito fechado para a respiração, aliado ao plano de treino executado pelo atleta para a obtenção de ganhos em seu desempenho. Dentro desse contexto justifica-se o objetivo do presente trabalho que foi o de verificar o efeito de sessões de THI sobre parâmetros ergoespirométricos referentes à capacidade aeróbica e desempenho de corrida em condições de normoxia e hipoxia. . Sete atletas do sexo masculino praticantes de pentatlo militar foram submetidos a testes de esforço máximo em normoxia e hipoxia (13%O₂), ambos realizados antes e após um tratamento composto por 29 sessões de THI, com hipoxia na concentração de 13%O₂, feitas cinco vezes na semana e com duração de uma hora. A análise das variáveis espirométricas obtidas indica que o THI foi efetivo para produzir alterações na performance ao nível do mar, principalmente em exercício máximo.

Palavras-chave: Hipoxia; Normoxia; Performance; Capacidade Aeróbica.

INTRODUÇÃO

É fato que no cenário esportivo mundial atual os atletas estão obtendo resultados em competições oficiais que até pouco tempo não eram esperados ou imaginados. Para tanto, o nível atingido pelos métodos de preparação e treinamento físico está altamente desenvolvido e especificado. Isso se deve em parte em função do conhecimento científico empregado por pesquisadores na descoberta e otimização de fatores intervenientes no desempenho biológico dos competidores e que são aliados ao aprimoramento das técnicas esportivas de cada modalidade.

Seguindo esse contexto de busca por alternativas que interfiram positivamente na performance, tem-se discutido a utilização do Treinamento Hipóxico Intermitente (THI), que consiste na exposição do indivíduo à inalação de ar com concentração de Oxigênio reduzida obtido a partir da utilização de um circuito fechado para a respiração, o qual é somado ao plano de treino executado pelo atleta para a obtenção de acréscimos em seu desempenho.

A hipoxia caracteriza-se como sendo a baixa oferta de oxigênio. É um estado de reduzido teor de oxigênio nos tecidos orgânicos, caracterizado por uma pressão parcial de O_2 diminuída ⁽¹⁾. Essa redução da PO_2 no ambiente e no sangue arterial pode ser responsável por perda de desempenho, sintomas de desconforto (vômitos, cefaléia, sonolência) e por doenças decorrentes da permanência em grandes altitudes se for realizada sem a prévia aclimatação ⁽²⁾. Entretanto, quando realizada de maneira planejada e controlada a hipoxia gera adaptações que têm sido bastante buscadas por atletas de provas de endurance no intuito de obter ganhos fisiológicos que reflitam em seu desempenho, seja em altitude como também ao nível do mar.

As exposições aguda e crônica à hipoxia provocam alterações fisiológicas, necessárias a manutenção da vida. Entre as adaptações agudas à altitude, o aumento da ventilação (VE) e da frequência cardíaca (FC) são respostas imediatas à exposição hipóxica. Em repouso, a VE é

aproximadamente duas vezes maior a 3000m do que ao nível do mar ⁽³⁾ enquanto que o aumento da FC varia entre 5 e 10% ⁽⁴⁾.

É na ventilação pulmonar que se notam as primeiras modificações na busca pela adaptação à altitude. Ela é a resposta imediata mais importante e útil a uma nova condição de baixa pressão barométrica ^(2,5). A hiperventilação em altitudes elevadas é desencadeada pela estimulação hipóxica de quimiorreceptores periféricos localizados na região da carótida e na croça da aorta ^(5,6) que em decorrência da baixa pressão de oxigênio arterial induzem acréscimos dos valores respiratórios ^(7,8). Todo esse processo altera a atividade inspiratória, aumentando a PO₂ alveolar até valores próximos dos existentes no ar ambiente.

Em relação às variáveis hematológicas, as alterações desencadeadas pela altitude objetivam aumentar e otimizar a capacidade de transporte de O₂ pelo sangue, como uma forma de compensar a diminuição da pressão parcial de oxigênio ^(2,8,9). Isso se dá principalmente pelo aumento na concentração de eritrócitos do sangue através do processo de policitemia estimulada pelos rins, aumentando a produção de glóbulos vermelhos a partir da liberação de quantidades maiores do hormônio eritropoetina. Esse hormônio atua na medula óssea ativando a produção de hemácias ⁽¹⁰⁾ e, de acordo com Powers & Howley⁽¹⁾, constitui o principal mecanismo de compensação fisiológica humana na altitude, sendo o maior responsável por suprir a menor oferta de O₂ no ar inspirado, proporcionando a aclimação. A secreção adicional de eritropoetina pode ser verificada já depois de algumas horas diante da exposição à hipoxia ^(11,12), mas os seus efeitos correspondem a adaptações crônicas e que vão se efetivando durante a aclimação. Outro fator referente ao aspecto sanguíneo que pode auxiliar no aperfeiçoamento do transporte e fornecimento de O₂, quando a pressão parcial deste encontra-se reduzida, é a maior liberação da enzima difosfoglicerato (2,3 DPG). Esta enzima é produzida dentro da hemácia durante as reações aeróbicas da glicólise e une-se fracamente com outras unidades dentro da hemoglobina diminuindo sua afinidade para com o O₂ ⁽²⁾. Com isso, ocorrem

alterações na curva de dissociação do O_2 , desviando-a para a direita e facilitando o descarregamento de O_2 do sangue para os tecidos ⁽⁸⁾.

Sendo assim, considerando a importância e magnitude das respostas respiratórias referentes à altitude, este estudo buscou investigar o efeito de THI, composto por 29 sessões de hipoxia normobárica (13% O_2 , balanceado com N_2) sobre as variáveis ergoespirométricas VO_2 , VCO_2 , e VE VEO_2 .

METODOLOGIA

Grupo de Estudo

Para o desenvolvimento do presente estudo foi selecionado, através de participação voluntária, um grupo constituído de sete pentatletas militares, do sexo masculino, com faixa etária entre 20 e 32 anos. Os mesmos faziam parte da equipe de Pentatlo Militar do 29º Batalhão de Infantaria Blindada (BIB) de Santa Maria e foram declarados clinicamente saudáveis por prévia avaliação médica e considerados aptos para a realização de esforço físico. Todos participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) após reunião explicativa sobre os métodos da pesquisa, onde foram expostos os procedimentos a serem adotados durante a aplicação da mesma.

Desenho Experimental

A partir da definição do grupo de estudo foram iniciados os procedimentos de avaliação e treinamento da pesquisa. Primeiramente foi aplicada avaliação médica e clínica a fim de verificar o estado de saúde dos participantes e certificar sua liberação para a realização de esforço físico. Em seguida, como forma de caracterizar o grupo, foi feita avaliação antropométrica.

Após esses procedimentos, os pentatletas foram submetidos a teste de esforço máximo em normoxia e a seguir ao THI. Ao término das 29 sessões que compunham o THI eles foram submetidos novamente ao teste máximo de esforço em normoxia (pós-teste).

Variáveis analisadas e instrumentos utilizados

- Massa corporal

A medida da massa corporal foi realizada em uma balança digital, marca Welmy, com capacidade máxima de 200Kg e precisão de 100g.

O avaliado posicionava-se em pé, colocando-se no centro da plataforma, com o mínimo de roupas possível, de costas para a escala da balança, em posição ortostática.

– Estatura

Com o avaliado descalço e em posição ortostática foi utilizado um estadiômetro de madeira com precisão de 1 mm para aferição de sua estatura.

– Medida de dobras cutâneas

As dobras cutâneas foram mensuradas com a utilização de um compasso da marca Cescorf, com precisão de 1 mm. O protocolo de sete dobras cutâneas descrito por Guedes (1994) foi utilizado, juntamente com a equação do mesmo autor, para determinação do percentual de gordura.

A mensuração das variáveis antropométricas e da composição corporal foi realizada com a intenção de caracterizar o grupo em estudo.

– Teste de esforço máximo

Os testes de esforço físico foram feitos em esteira ergométrica, da marca INBRAMED, modelo ATL 10200. Na realização da corrida foi seguido o protocolo de MADER (1976), descrito na Tabela 1.

Tabela 1 - Velocidade, inclinação e tempo de corrida nos respectivos estágios, Mader (1976)

Estágio	Velocidade	Inclinação (graus)	Tempo (min)
1	10,8	1	5
2	12,6	1	5
3	14,4	1	5
4	16,2	1	5
5	18	1	5
6	19,8	1	5
7	21,6	1	5

– Ergoespirometria

A resposta ventilatória e dados referentes a trocas gasosas em exercício na esteira ergométrica foram coletados com a utilização do analisador de gases VMAX 229® (SensorMedics), com as seguintes variáveis analisadas:

- consumo de oxigênio (VO_2 , l/min)
- consumo de oxigênio por quilograma de massa corporal (VO_2 , ml/Kg/min)
- produção de dióxido de carbono (VCO_2 , l/min)
- ventilação pulmonar por minuto (VE)
- equivalente ventilatório para a produção de oxigênio (VE/VO_2)

– Treinamento Hipóxico Intermitente

Nas sessões de hipoxia foi utilizado o sistema GO₂Altitude®. O GO₂Altitude® é um simulador de altitude que através de um sistema de membranas permite a livre passagem de nitrogênio, mas retém moléculas de oxigênio conforme a graduação desejada. Assim, de acordo com informações do fabricante, empregando um sistema fechado com o uso de máscaras, as concentrações de 12% e 13% de O₂ (balanceadas com N₂) empregadas em nosso estudo simulam altitudes de aproximadamente 4500m e 3800m, respectivamente.

O THI foi feito diariamente, cinco vezes na semana, e cada sessão teve a duração de 60 minutos. Do total de 29 sessões de hipoxia normobárica que compunham o treinamento, nas 18 primeiras foi utilizada a concentração de 13% de O₂, a qual foi reduzida para 12% no restante.

Análise Estatística

Na análise dos dados dessa pesquisa foi empregado o teste *T de Student* para amostras pareadas, foi adotado como nível de confiança $\alpha = 0,05$.

RESULTADOS

Para caracterização do grupo foi feita análise antropométrica e avaliação da composição corporal dos sete indivíduos. Esses dados são demonstrados na tabela abaixo.

Tabela 2 – Dados Antropométricos e da Composição Corporal

	Idade (anos)	Estatura (cm)	Massa Corporal (Kg)	Somatório de dobras cutâneas	Percentual de gordura
n = 7					
Média	23	170	71,14	37	11,8
DP	3,6	7,9	8,67	9,1	2,5

O percentual de gordura é considerado normal para homens, perfil similar ao encontrado em atletas de diferentes modalidades esportivas (13,14,15). Esses índices servem para demonstrar que a condição corporal anterior ao início do treinamento evidencia pessoas fisicamente treinadas.

No que se refere à avaliação ergoespirométrica, a tabela seguinte apresenta os valores obtidos para o consumo de oxigênio e a produção de gás carbônico em velocidades e tempos de corrida submáximos iguais no pré e pós-testes em esteira ergométrica.

Tabela 3 – Médias e Desvio Padrão (DP) do Consumo de Oxigênio (VO₂), da produção de gás carbônico (VCO₂) e a respectivas variações percentuais (%Δ) entre o pré e pós-testes

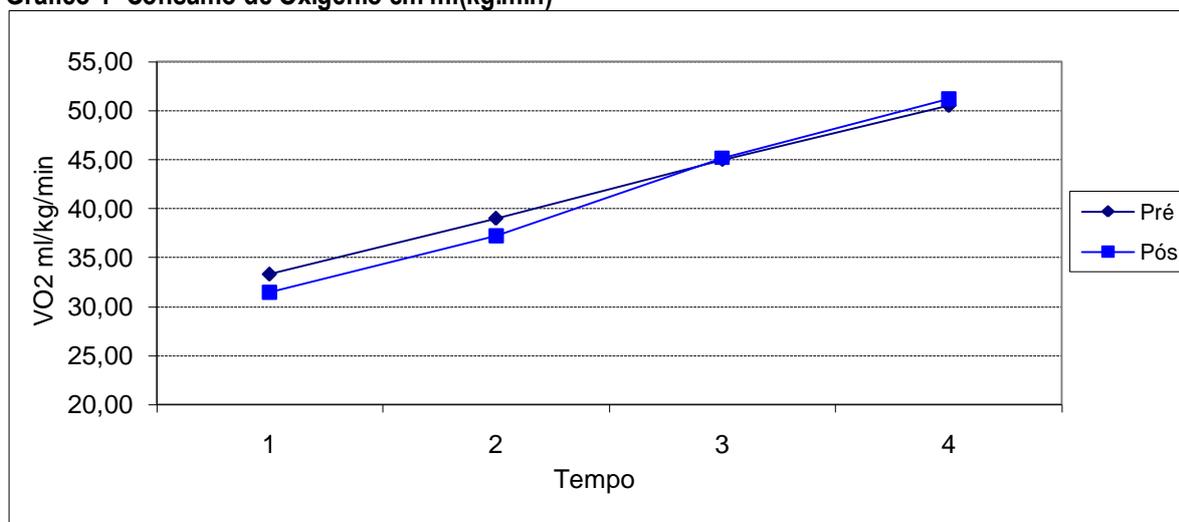
Velocidade (km/h)		VO ₂ (L/min)			VCO ₂ (L/min)		
		Pré	Pós	%Δ	Pré	Pós	%Δ
10,8	Média	2,26	2,18	-3,3	2,03	1,93	-4,8
	DP	0,33	0,29		0,32	0,3	
12,6	Média	2,63	2,58	-1,9	2,45	2,39	-2
	DP	0,67	0,64		0,63	0,6	
14,4	Média	3,09	3,13	1,6	2,93	2,96	1,3
	DP	0,78	0,78		0,74	0,8	
16,2	Média	3,55	3,63	2,8	3,45	3,53	2,8
	DP	0,54	0,54		0,54	0,54	

Houve uma redução dos valores de VO₂, VCO₂ Lm/min nas velocidades e 10,8 e 12,6 km/h e aumento em 14,4 e 16,4 km/h. Tais alterações quantitativas não parecem importantes ou suficientes

para proporcionarem, na análise através do teste t de Student para amostras pareadas, diferença estatística ($p < 0,05$) até a velocidade de 16,2 km/h. A maior diferença percentual entre o pré e pós-teste ocorre na velocidade de 10,8 km/h, com a diminuição dos valores no pós-teste.

Uma melhor relação com a performance pode ser obtida através da apresentação do consumo de oxigênio em $\text{ml}(\text{kg}\cdot\text{min})^{-1}$ em função da velocidade de corrida, ilustrada no Gráfico 1.

Gráfico 1- Consumo de Oxigênio em $\text{ml}(\text{kg}\cdot\text{min})^{-1}$



O gráfico demonstra que as médias de VO_2 $\text{ml}(\text{kg}\cdot\text{min})^{-1}$ no pré e pós-teste são praticamente as mesmas, não havendo alteração significativa ($p > 0,05$) sob o ponto de vista estatístico. Expressada em percentual a diferença entre nessas médias é da ordem de 1,86% de redução dos valores submáximos no pós-teste.

A VE (L/min) e VEO_2 , expostos na tabela abaixo, não tiveram alterações estatísticas significativas em nenhuma das cargas submáximas observadas na avaliação (10,8 a 16,2 km/h).

Tabela 4 – Médias e DP da ventilação (VE) e Equivalente Respiratório para Oxigênio (VEO₂) no pré e pós-testes.

Velocidade (km/h)		VE (L/mim)			VEO ₂		
		Pré	Pós	%Δ	Pré	Pós	%Δ
10,8	Média	58,8	58	-1,2	26,2	26,7	1,9
	DP	8,2	7,4		2,8	2,1	
12,6	Média	73,1	70,5	-3,6	28,0	27,4	-2,1
	DP	18,1	17,5		6,8	6,9	
14,4	Média	91,1	88,3	-2,9	31,3	28,3	-9,5
	DP	23,3	22,4		7,2	7,1	
16,2	Média	110,9	109,8	-1,3	31,5	30,3	-3,7
	DP	28,5	28,4		7,6	7,4	

A VE e VEO₂ diminuíram, exceto a VEO₂ na velocidade de 10,8 km/h, no pós-teste indicando uma maior economia respiratória. Tais alterações são insignificantes. No entanto, apresenta maior percentual na intensidade de 14,4 km/h.

O outro resultado importante a ser apresentado diz respeito às alterações das variáveis ergoespirométricas ocorridas ao nível de desempenho máximo. Estas se encontram na tabela abaixo.

Tabela 5 - Valores máximos de VO₂, VE e VEO₂ avaliados no pré e pós-testes em exercício máximo

	VO ₂ máx (ml(kg.min) ⁻¹)		VEmáx (L/mim)		VEO ₂ máx	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
	58,2	60,8	102,6	101,1	30	23
	64	67,7	124,9	122,3	28	27
	60,9	63,8	159,2	157	36	35
	58,4	61,8	158,8	159,6	32	31
	65,4	66,4	170,5	175,3	37	39
	63,5	65,9	138,3	153,8	30	32
	64,7	66,5	118,6	131,6	30	32
Média	62,2	64,7*	138,99	142,96	31,86	31,29
DP	2,77	2,42	24,94	25,64	3,39	5,19

* p<0,05

Conforme mostra a Tabela 5, houve aumento significativo (p<0,05) do VO₂máx com as sessões de THI. A VEmáx e VEO₂máx não se alteraram estatisticamente.

DISCUSSÃO

A hipoxia intermitente é considerada na atualidade como um dos melhores métodos ou meios lícitos para o desenvolvimento da capacidade de endurance em corredores de elite ^(16,17,18,19). Entre as adaptações positivas proporcionadas pela hipoxia intermitente, destacam-se principalmente aquelas que aumentam a capacidade de transporte de oxigênio ^(1,2,16) : - por exemplo, o aumento do número de eritrócitos ^(1,10,11,12), do volume sanguíneo, do nível de hemoglobina. A melhoria da capacidade de transporte é pré-requisito para a elevação do consumo máximo de oxigênio, e esse para o aumento no desempenho físico. O consumo máximo de oxigênio ($VO_{2m\acute{a}x}$) e demais variáveis ergoespirométricas possibilitam a visualização do efeito das sessões de hipoxia sobre os sistemas cardiopulmonar e metabólico.

A discussão dos efeitos das sessões de THI sobre as variáveis fisiológicas e físicas de performance, para melhor orientação, foi dividida em dois momentos: alterações ocorridas ao nível de exercício submáximo e máximo.

Um dos efeitos positivos descritos por ocasião do aumento da capacidade de desempenho físico em normoxia e esperado após as sessões de THI, seria a redução do $VO_{2m\acute{a}x}$ para a mesma intensidade de exercício ⁽²⁰⁾. Isso é explicado em função do melhor aproveitamento pela musculatura da quantidade de oxigênio disponibilizada pelo sangue aos tecidos.

Nesta investigação não foi observado, nos diferentes estágios submáximos de corrida na esteira ergométrica até a intensidade de 16,2 km/h, alteração do $VO_{2m\acute{a}x}$, absoluto ou relativo. Acredita-se que isso não ocorreu devido aos atletas já estarem em um nível avançado e não inicial de treinamento, o que repercute em melhor eficiência mecânica. Em pessoas bem treinadas e com boa eficiência mecânica a relação entre intensidade de carga e consumo energético pouco se altera em velocidades mais baixas. Assim, é provável que não seja possível demonstrar efeitos de redução das diferentes variáveis ergoespirométricas medidas (VE , VO_2 , VCO_2 , VEO_2) decorrentes das sessões de

THI, em cargas mais baixas de velocidade, como até 16,2 km/h. Esse também é o possível motivo pelo qual não se observou alterações significativas sob o ponto de vista estatístico para as variáveis anteriormente mencionadas.

A não alteração dos valores da Ventilação e Equivalente Respiratório para Oxigênio demonstra que não houve, de um teste para o outro, a necessidade do aumento da ventilação para a disponibilização, manutenção, do mesmo VO_2 .

Esse quadro se modifica ao nível de velocidade máxima alcançada nos testes. Na intensidade máxima nota-se um aumento significativo no consumo de oxigênio e da produção de gás carbônico. O aumento do VO_2 constatável nesta intensidade de corrida indica, que no pós-teste um maior percentual da demanda energética para o exercício físico pode ser coberto por processos aeróbios e com maior participação das gorduras como substrato energético devido à maior disponibilidade de oxigênio. Esse é um efeito muito importante devido à colaboração na economia de carboidratos como fonte energética, levando assim a um menor acúmulo de ácido láctico ^(2,20).

O aumento do VCO_2 na mesma proporção do $VO_{2máx}$ mantém iguais os valores de RQ. No entanto, não se tem uma explicação para esse achado, pois conforme pode ser visto em Geller ⁽²¹⁾ os valores de concentração de lactato não se diferenciaram estatisticamente nessa velocidade.

O $VO_{2máx}$ relativo representa a melhor maneira de expressar a performance fisiologicamente em comparação com a forma absoluta ⁽²²⁾. Houve uma mudança significativa no $VO_{2máx}$ relativo no pós-teste, indicando um aumento da capacidade aeróbia. Isso ocorreu sem que houvesse a necessidade do aumento dos valores máximos de VE que implicaria em maior custo energético da respiração.

O efeito positivo das sessões de THI sobre a performance se manifestaram nas variáveis ergoespirométricas estudadas principalmente através do aumento da capacidade de consumo de oxigênio, referidos também por outros autores ^(2,23,24).

CONCLUSÃO

O THI não foi efetivo para produzir redução significativa, ao nível de exercício submáximo, nas diferentes variáveis ergoespirométricas, VE, VO₂ e VCO₂, VEO₂.

A melhora da performance, demonstradas por Geller ⁽²¹⁾ através da distância percorrida, também podem ser percebidas no VO₂máx relativo.

Desta maneira, após a execução do Treinamento Hipóxico Intermitente proposto nesta investigação, e tendo por base o objetivo inicial da mesma, que foi investigar o efeito de THI sobre variáveis ergoespirométricas, concluímos que o mesmo colabora para a melhoria da performance ao nível do mar, elevando a capacidade de consumo máximo de oxigênio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - Powers SK, Howley ET. *Fisiologia do Exercício*. 5º Ed. Barueri: Manole, 2005.
- 2 - McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano*. 6ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.
- 3 - Åstrand P, Rodahl K, Dahl H, Strømme SB. *Tratado de Fisiologia do Trabalho: bases fisiológicas do exercício*. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- 4 - Robergs RA, Roberts SO. *Princípios Fundamentais da Fisiologia do Exercício*. São Paulo: Phorte, 2002.
- 5 - West JB. *Respiratory Physiology: The Essentials*. 8ª ed. Philadelphia: Lippincott Williams e Wilkins, 2008.
- 6 - Levitzky MG. *Pulmonary Physiology*. 7ª Ed. The McGraw-Hill Companies, ISBN-13: 978-0-07-110468-5, 2007.
- 7 - Schoene, RB. Relationship of hypoxic ventilatory response to exercise performance on Mount Everest. *J. Appl. Physiol.*, 1984; 56: 1478.
- 8 - Weineck J. *Biologia do esporte*. Barueri: Manole, 2005.
- 9 - Fox EL, Bowers RW, Foss ML. *Bases Fisiológicas da Educação Física e dos Desportos*. 6ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.
- 10 - Strømme AB. Training at altitude. FISA Coaches Conference, 17-30. Magglingen, 1980.
- 11 - Abbrecht PH, Littell JK. Plasma erythropoietin in men and mice during acclimatization to different altitudes. *J. Appl. Physiol.*, 1972; 32:54.
- 12 - Klausen T, Poulsen TD, Fogh-Andersen N, et al. Diurnal variations of serum erythropoietin at sea level and altitude. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 1996; 72: 297-302.
- 13 - Heyward V, Stolorczyk S. *Avaliação da composição corporal aplicada*. 1ª. Ed. São Paulo: Manole, 2000.
- 14 - Hyugens W, Claessens AL, Thomis M, Loos R, Van Langerdonck LV, Peeters M, et al. Body composition: estimations by BIA versus antropometric equations in body builders and other power athletes. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 2002; 42:45-55.
- 15 - Kiss MAPDM. *Esporte e exercício: Avaliação e prescrição*. 1ª Ed. São Paulo: Roço 2003.
- 16 - Levine BD, Stray-Gundersen J. Living high-training low: effect of moderate-altitude acclimatization with low-altitude training on performance. *J. Appl. Physiol.*, 1997; 83:102-112.
- 17 - Green HJ. Altitude Acclimatization, Training and Performance. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2000; 3 (3): 299-312.

- 18 - Bonetti DL, Hopkins WG, Kilding AE. High-Intensity Kayak Performance After Adaptation to Intermittent Hypoxia. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2006;1:246-260.
- 19 - Dufour SP, Ponsot E, Zoll J, Doutreleau S, Lonsdorfer-Wolf E, Geny B, et al. Exercise training in normobaric hypoxia in endurance runners. *J. Appl. Physiol.*, 2006; 100: 1238–1248.
- 20 - Wilmore HJ, Costill DL. *Fisiologia do Esporte e do Exercício*. 4 Ed. Barueri, Manole, 2010.
- 21 - Geller CA. Efeitos do treinamento hipóxico intermitente sobre variáveis hematológicas e capacidade de performance. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Movimento Humano, UFSM: Santa Maria-RS, 2005,
- 22 - Hollmann W, Hettinger T. *Medicina do Esporte*. 4ª Ed. Barueri: Manole, 2005.
- 23 - Chapman RF, Strat-Gundersen J, Levine BD. Individual variation in response to altitude training. *J..Appl. Physiol*, 1998; 85-144.
- 24 - Hellemans J. Intermittent Hypoxia Training, A Pilot Study. Australia: Noosa (Nov. 7-8), 1999.