

## Respostas Afetivas do Exercício Físico Realizado até Exaustão Voluntária Máxima em Condição de Hipóxia Simulada

### Affective Responses to Physical Exercise Performed Until Maximal Voluntary Exhaustion in Simulated Hypoxic Condition

### Respuestas Afectivas que el Ejercicio Físico Hasta el Agotamiento Volitivo Máximo em Condición de Hipoxia Simulada

*Sara Quaglia de Campos Giampá*

*Jorge Fernando Tavares de Souza*

*Samile Amorim dos Santos*

*Edgar Tavares da Silva*

*Centro de Estudos em Psicobiologia e Exercício*

*Marco Túlio de Mello*

*Centro de Estudos em Psicobiologia e Exercício*

*Departamento de Psicobiologia, UNIFESP*

*Ronaldo V. T. Santos*

*Hanna Karen M. Antunes<sup>1</sup>*

*Centro de Estudos em Psicobiologia e Exercício*

*Departamento de Biociências, UNIFESP*

---

#### Resumo

O exercício físico tem sido elencado como estratégia na manutenção e promoção da saúde com impacto evidente na saúde mental e qualidade de vida. Por outro lado, pouco se conhece sobre esses efeitos particularmente quando essa atividade é realizada em condição de hipóxia. Considerando o crescente número de pessoas que anualmente são expostas a altitude, investigações sobre o tema se tornam relevantes. Assim, investigamos o humor e as respostas afetivas do exercício físico realizado até a exaustão voluntária máxima em condição de hipóxia simulada em jovens. Foi encontrado que a hipóxia simulada promoveu uma piora imediata em relação ao estado de humor acompanhada da elevada fadiga. Esses resultados podem interferir negativamente no desempenho esportivo podendo estar associada a fadiga causada por estresse dessa natureza. Mais estudos são necessários para se conhecer em profundidade tais alterações psicobiológicas, pois assim, certamente será possível estabelecer estratégias para minimizar essas alterações afetivas.

*Palavras-chave:* Exercício Físico, Respostas Afetivas, Exaustão Voluntária, Hipóxia Simulada

#### Abstract

Physical exercise has been cited as important strategy to maintaining and promoting health with clear impact on mental health and quality of life. On the other hand, little is known about these effects, particularly when this activity is performed in hypoxic conditions. Considering the increasing number of people annually are exposed to altitude, research on the subject become relevant. Thus, we investigated mood and affective responses to exercise performed until maximal voluntary exhaustion in simulated hypoxic condition in younger's. It was found that the simulated hypoxia promoted a decrease of the mood accompanied by high fatigue. These results can negatively affect athletic performance may be associated with fatigue caused by stress of this nature. More studies are necessary to know these psychobiological changes, as well to establish strategies to minimize these emotional changes.

*Keywords:* Physical Exercise, Affective Responses, Maximal Exhaustion, Simulated Hypoxic

#### Resumen

El ejercicio ha sido elegido como una estrategia para mantener y promover la salud, con claro impacto sobre la salud mental y calidad de vida. Se sabe poco acerca de estos efectos sobre todo cuando esta actividad se realiza en condiciones de hipoxia. Teniendo en cuenta el creciente número de personas al año están expuestos a la altitud, la investigación sobre el tema se vuelven relevantes. Por lo tanto, se investigó el estado de ánimo y las respuestas afectivas que el ejercicio realizado hasta el agotamiento volitivo máximo en condición de hipoxia en los jóvenes. Se encontró que la hipoxia simulada promovido un empeoramiento inmediato en relación con el estado de ánimo acompañada de fatiga. Estos resultados pueden afectar negativamente el rendimiento deportivo puede estar asociada con la fatiga causada por el estrés de esta naturaleza. Se necesitan más estudios para conocer en profundidad los cambios psicobiológicos tales, así, sin duda, será posible establecer estrategias para minimizar estos cambios emocionales.

*Palabras-clave:* Ejercicio Físico, Respuestas Afectivas, Agotamiento Máximo, Hipoxia Simulada

---

<sup>1</sup> Endereço: Centro de Estudos em Psicobiologia e Exercício- CEPE - Rua: Professor Francisco de Castro, 93 Vila Clementino São Paulo- SP - Cep: 04020-050 - E-mail: hanna.karen@unifesp.br

### Introdução

O termo "Altitude" designa a distância em metros medida na vertical desde o nível médio das águas do mar até um determinado lugar. Parte do relevo do planeta está acima de uma altura de três mil metros, uma designação arbitrária que separa as altitudes moderada e alta (Askew, 2002). Apesar de uma pequena população residir em regiões elevadas, tem crescido o número de pessoas expostas anualmente à altitude por diversos motivos (procura por práticas de atividades físicas relacionadas à altitude, como caminhada, montanhismo e esqui; passeios e estadias por períodos curtos ou prolongados a trabalho). A elevação da altitude faz com que a pressão barométrica em relação ao nível do mar diminua, resultando em uma redução da pressão parcial de oxigênio ( $PO_2$ ) para o organismo (sangue e tecidos corporais) (Rodway, Hoffman & Sanders, 2003). A esta diminuição da parcialidade da oferta de  $O_2$  denomina-se hipóxia, responsável por respostas às grandes altitudes (Sharp & Bernaudin, 2004).

As alterações fisiológicas, como consequência da hipóxia, ocorrem nos primeiros momentos de exposição à altitude (Araújo, 2009). Acredita-se que a hipóxia seja responsável pelo início de uma cascata de eventos sinalizadores que, ao final, levam à adaptação à altitude (Askew, 2002).

Está bem documentado que exercício extenuante em ambientes extremos como altitude, calor e frio impõem o aumento do estresse fisiológico e psicológico (Bolmont, Thullier & Abraini, 2000; Gleeson, 2000; Pyne, Gleeson & McDonald, 2000; Acevedo & Ekkekakis, 2001). Foi sugerido que os efeitos das mudanças ambientais tendem a influenciar o funcionamento psicológico antes de afetar fatores fisiológicos (Kobrick & Johnson, 1991) e por isso o monitoramento psicológico pode prover um indicador antecipado dos efeitos adversos do estresse ambiental. Entre as variáveis psicológicas que poderiam ser relevantes neste contexto, as respostas de humor são conhecidas por refletir as alterações ambientais (Bahrke & Shukitt-Hale, 1993) e também por preverem o desempenho atlético (Beedie, Terry & Lane, 2000).

Respostas de humor são propostas para fornecer um barômetro dos recursos pessoais necessários para lidar com as demandas existentes (Batson, Shaw & Oleson, 1992; Parkinson, Totterdell, Briner & Reynolds, 1996; Bless, 2001; Gendolla & Krusken, 2002). Portanto, como a percepção da demanda aumenta e/ou percepções de recursos pessoais diminuem, pode-se prever que essas percepções em mudança serão refletidas em algum grau de perturbação do humor, que podem ser mensuráveis em auto-relatos. Por exemplo, foi demonstrado que a não recuperação adequada das sessões repetidas de exercício intenso é claramente refletida nos relatórios

de vigor reduzido e aumento de raiva, confusão, depressão de humor, fadiga e tensão (Morgan, Brown, Raglin, O'Conner & Ellickson, 1987; Raglin, 2001). Tem sido argumentado recentemente que as respostas afetivas para o exercício durante ambientes extremos ou adversos são fortemente influenciados pela avaliação cognitiva de informações de sugestões fisiológicas (Acevedo & Ekkekakis, 2001) e, assim, parece provável que as respostas de humor podem ser particularmente sensíveis na detecção de estresse ambiental.

Uma análise dos efeitos da altitude sobre o humor, comportamento e funcionamento cognitivo por Bahrke e Shukitt-Hale (1993) forneceu evidências convincentes das alterações psicológicas e outros efeitos debilitantes que podem ocorrer em grandes altitudes, especialmente acima de 4.000 m. Há muito tempo se reconheceu que os efeitos da hipóxia em alta altitude podem incluir aumento da euforia, irritabilidade, hostilidade e debilitação neuropsicológica. De acordo com McFarland (1972), a hipóxia observada em altitudes de 4200m é suficiente para causar prejuízos cognitivos importantes como sensibilidade visual, atenção, memória de curto prazo habilidade aritmética e tomada de decisão.

Os efeitos de baixas altitudes nas respostas de humor, onde os atletas mais tipicamente treinam ou competem (< 3000 m), são menos bem compreendidos e parecem ser influenciado por variáveis como a velocidade relativa de ascensão e a experiência dos efeitos da altitude. Bonnon, Noel-Jorand & Therme (1999) testaram um programa de ascensão projetada para a adaptação psicológica ideal para grandes altitudes entre um grupo de alpinistas em uma cordilheira do Himalaia. Os participantes relataram humor e concluíram tarefas cognitivas em condições de normoxia e hipóxia aguda em 3500 metros e 5400 metros. Poucos efeitos cognitivos ou emocionais foram mostrados, o que sugere que a maioria dos participantes aclimatou-se com êxito. Os autores propõem que os mecanismos psicológicos de adaptação parecem confiar em um processo de aclimação gradual que atenda aos requisitos para a velocidade de subida e tempo de permanência em cada fase da mudança de altitude. O período de tempo que cada pessoa teria de gastar em cada fase variou entre os indivíduos, e por isso o acompanhamento cuidadoso das respostas de estados de humor é importante.

A chave para entender como usar o humor como um indicador precoce do potencial de adaptação negativa de um atleta é a noção de que as mudanças de humor são transacionais. Por exemplo, humor negativo induzido por hipóxia irá influenciar as percepções de competência, e reduzir os esforços para atingir as metas de desempenho. Quando o esforço é baixo, a probabilidade de atingir o objetivo é reduzido, o que pode exacerbar o humor negativo. É importante que

os profissionais reconheçam a relação entre os fatores ambientais, estratégias adaptativas de enfrentamento e mudanças de humor. Garantir respostas de humor ao exercício realizado em condições adversas, de acordo com as porcentagens de base deve ser a chave para o sucesso da aclimação. Alterações de humor também podem ser usadas como um indicador precoce de treinamento em excesso e desgaste para indivíduos atuando em condições adversas (Morgan et al., 1987).

Alterações de ambientes normais à adversos são susceptíveis a aumentar a sensibilidade à mudanças nas condições fisiológicas e psicológicas e, portanto, é provável que as pessoas serão sensíveis a mudanças de humor. Uma vez que um atleta reconheceu que houve uma mudança de humor, existem inúmeras estratégias cognitivas e comportamentais que poderiam ser usados (Thayer, Newman & McClain, 1994). Thayer et al., (1994) investigaram a forma como as pessoas tentam mudar maus humores. As estratégias comuns incluem o apoio social, como falar com alguém, estratégias cognitivas, como pensar de forma positiva ou redirecionar a atenção, técnicas de distração, como ouvir música ou a prática de atividades prazerosas, ou exercitar-se.

Assim, o objetivo do presente estudo foi investigar o humor e as respostas afetivas do exercício físico realizado até a exaustão voluntária máxima em condição de hipóxia simulada.

### Metodologia

#### Descrição da amostra

Participaram deste estudo onze voluntários jovens, hígidos do gênero masculino, fisicamente ativos e com média ( $\pm$  desvio-padrão) de idade (22,00 $\pm$ 2,14) anos, estatura (1,76 $\pm$ 0,04) cm, massa corporal total (71,45 $\pm$ 10,66) kg, índice de massa corpórea (IMC) (23,05 $\pm$ 3,33) kg/m<sup>2</sup> e consumo pico de oxigênio (49,34 $\pm$ 5,94) ml.kg.min<sup>-1</sup>. Para atestar a saúde cardiovascular, os voluntários foram submetidos a uma avaliação clínica e a um Eletrocardiograma de repouso (ECG) e a um Teste Ergométrico. Aqueles considerados aptos pelo médico foram inseridos no estudo. Os voluntários foram submetidos a dois protocolos idênticos de carga progressiva até a exaustão voluntária máxima, em duas condições ambientais: a) Teste de cargas progressivas até a exaustão voluntária máxima, que foi realizado a nível do mar; b) Teste de cargas progressivas até a exaustão voluntária máxima, que foi realizado na condição de hipóxia simulada referente a uma altitude de 4500m.

Ambos os protocolos de exercício físico foram realizados no mesmo período do dia para evitar possíveis influências circadianas. Todo procedimento foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de São Paulo/ Hospital São Paulo (#0620/09).

#### Descrição dos protocolos experimentais

##### Exercício Físico:

Os testes foram realizados em uma esteira ergométrica (*Lifefitness*<sup>®</sup> 9700HR, Schiller Park, IL, USA). O protocolo adotado para o teste de carga progressiva até a exaustão voluntária máxima (TEM<sub>max</sub>) foi o de incrementos de velocidade de 1 km/h a cada minuto, sendo a carga inicial para aquecimento de três minutos a 7km/h. O teste foi encerrado quando o voluntário atingiu a exaustão voluntária máxima. Essa exaustão foi concebida como a incapacidade em acompanhar a velocidade da esteira por 15 segundos, ou até que os voluntários solicitassem a parada do teste mesmo sendo encorajados. Durante todo o teste foi utilizada uma inclinação fixa de 1% para simular o desgaste físico em locais abertos (Jones & Doust, 1996).

##### Simulação da Hipóxia:

Os testes realizados na condição de hipóxia simulada foram conduzidos em uma câmara normobárica (CAT - Colorado Altitude Training<sup>TM</sup>/CAT-12 Air Unit). Trata-se de uma sala composta por um sistema de microprocessadores capazes de efetuar leitura de sinais elétricos provenientes de dois sensores de oxigênio, um sensor de dióxido de carbono e um sensor de pressão atmosférica. As informações desses sensores são linearizadas e utilizadas para o cálculo da altitude simulada, que por sua vez, é capaz de controlar as unidades de ar, purificadores e ventiladores, conforme necessário para a manutenção da configuração da altitude desejada.

De forma breve, a altitude simulada dentro da sala é atingida através da contínua liberação de ar para dentro de um gabinete que contém uma menor percentagem de oxigênio do ar ambiente. A quantidade relativa de oxigênio presente no ar para uma dada altitude simulada sofre variação dependendo da elevação em que o sistema é instalado. Por exemplo, ao nível do mar, 17% de oxigênio corresponde a uma altitude simulada de 6.000 pés, enquanto que 17% de oxigênio em um local que é de 5000 metros acima do nível do mar corresponde a uma altitude simulada de 10.750 pés. O painel de controle do equipamento apresenta um display digital que continuamente exibe a configuração da altitude desejada e a altitude atual do gabinete. Simplesmente definindo a altitude desejada no painel de controle, o controlador de sistema automaticamente varia a quantidade de ar hipóxico e normóxico necessárias para alcançar a altitude desejada dentro do gabinete. Neste estudo, foram observadas todas as recomendações do fabricante para uso e segurança.

##### Humor:

Para cada protocolo de exercício físico, os voluntários responderam a dois instrumentos, um avaliando o estado de ansiedade e outro avaliando

as respostas afetivas decorrentes do exercício físico. Essa avaliação foi realizada em diferentes momentos: antes, imediatamente após cada um das condições de exercício físico, 30' e 60' após o término dos protocolos.

Vale ressaltar que nos testes conduzidos na condição de hipóxia simulada, os voluntários responderam aos instrumentos - nos momentos antes e 60' após o término do protocolo - na condição nível do mar, enquanto que nos momentos imediatamente após e 30' após o término dos protocolos, os voluntários responderam os instrumentos na condição de hipóxia simulada.

Os instrumentos utilizados foram:

1) Escala Subjetiva de Experiência em Exercício-SEES (McAuley & Courneya, 1994; Lox & Rudolph, 1994)- Instrumento utilizado para observar respostas afetivas induzidas pelo exercício físico. Trata-se de uma escala tridimensional, que avalia as seguintes dimensões: (a) bem-estar positivo; (b) distresse psicológico e (c) fadiga. A principal questão é: "Como você se sente agora?", a escala é composta por 12 itens graduados em uma escala tipo Likert que varia de 1 a 7, onde 1 significa nenhum pouco e 7 significa muitíssimo.

2) IDATE – É um questionário de auto-avaliação que avalia a ansiedade. Está dividido em duas partes: uma avalia a ansiedade-traço (referindo-se a aspectos de personalidade) e a segunda avalia a ansiedade-estado (referindo-se a aspectos sistêmicos do contexto). Cada uma dessas partes é composta de 20 afirmações. Ao responder o questionário, o indivíduo deve levar em consideração uma escala de quatro itens que variam de 1 a 4, sendo que ESTADO significa como o sujeito se sente no "momento" e TRAÇO como ele "geralmente se sente". O escore de cada

parte varia de 20 a 80 pontos, sendo que os escores podem indicar um baixo grau de ansiedade (0-30), um grau mediano de ansiedade (31-49) e um grau elevado de ansiedade (maior ou igual a 50), quanto mais baixo se apresentarem os escores, menor será o grau de ansiedade (Spielberger, Gorsush & Lushene, 1970; Biaggio & Natalicio, 1979; Andreatini & Seabra, 1993). Nesse estudo, a parte referente a ansiedade Traço foi aplicada em um único momento, por se tratar do traço de personalidade do voluntário, já para o estado de ansiedade foi aplicado de acordo com os diferentes momentos previamente descritos.

#### Análise Estatística

Os dados colhidos foram analisados conforme o comportamento das variáveis após a realização do teste de normalidade Shapiro Wilk's. Em um primeiro momento foi feita uma análise descritiva dos dados e posteriormente, foi aplicado uma análise de variância ANOVA para medidas repetidas, usando como fatores TEMPO e GRUPO e post-hoc Duncan Test. O nível de significância considerado em todas as análises foi de  $p \leq 0,05$ . As análises estatísticas foram conduzidas com auxílio do pacote estatístico Statistica® versão 7.0.

#### Resultados

Na tabela 1 são apresentados os resultados referentes a Escala Subjetiva de Experiência em Exercício (SEES) em relação aos seus domínios considerando a realização do exercício físico nas condições nível do mar e em hipóxia simulada (4500m). Curiosamente não encontramos diferenças quando as duas situações experimentais foram comparadas, no entanto, em relação ao tempo,

Tabela 1 – Resultados do Teste SEES

Variáveis	Condições Experimentais	Basal	Imediatamente Após	30'	60'
<b>Bem-estar Positivo</b>	<b>Nível do Mar</b>	17,27±2,83	14,82±3,40 <sup>a</sup>	16,45±2,88	17,00±3,16
	<b>4500 mts</b>	16,82±3,92	10,91±3,05 <sup>a</sup>	13,45±3,05 <sup>ab</sup>	15,00±2,49 <sup>b</sup>
<b>Distresse Psicológico</b>	<b>Nível do Mar</b>	4,82±1,25	7,73±3,07 <sup>a</sup>	5,00±1,26 <sup>b</sup>	4,55±1,13 <sup>b</sup>
	<b>4500 mts</b>	4,64±1,29	9,27±4,43 <sup>a</sup>	7,55±3,96 <sup>ab</sup>	5,73±1,95 <sup>bc</sup>
<b>Fadiga</b>	<b>Nível do Mar</b>	6,91±3,39	17,91±6,49 <sup>a</sup>	9,09±2,55 <sup>b</sup>	7,00±3,35 <sup>b</sup>
	<b>4500 mts</b>	7,09±3,27	20,18±6,31 <sup>a</sup>	12,00±5,20 <sup>ab</sup>	10,36±4,57 <sup>ab</sup>

ANOVA para medidas repetidas, com post-hoc utilizando Duncan Test. <sup>a</sup> – diferente do basal, na mesma condição; <sup>b</sup> – diferente do imediatamente após, na mesma condição; <sup>c</sup> – diferente do 30' após, na mesma condição; Resultados significativos para  $p \leq 0,05$ . Dados apresentados em média ± desvio-padrão.

encontramos comportamentos distintos [ $F_{(1,60)}: 13,20; p < 0,0001$ ]. A dimensão Bem-estar Positivo, na condição nível do mar, apresentou um comportamento de diminuição após a realização do exercício físico ( $p=0,03$ ), o que também foi verificado na condição de hipóxia simulada ( $p < 0,0001$ ), que também apresentou um comportamento de aumento desses escores nos momentos 30' e 60' após a realização do exercício físico ( $p=0,01$  e  $p=0,0002$ , respectivamente). Na dimensão Distresse Psicológico, também não encontramos diferenças quando as duas situações experimentais foram comparadas, no entanto, em relação ao tempo [ $F_{(1,60)}: 19,22; p < 0,0001$ ] encontramos comportamentos distintos. Assim, observamos um aumento desses escores imediatamente após a realização do exercício físico ( $p < 0,001$ ), seguido de redução nos momentos 30' ( $p < 0,01$ ) e 60' ( $p < 0,01$ ) em ambas as condições experimentais, no entanto, na condição de hipóxia simulada referente a uma altitude de 4500 metros, notamos que a diminuição dos escores no momento 60' foi significativamente diferente da redução ocorrida no momento 30' ( $p=0,02$ ), que por sua vez apresentou um aumento significativo em relação ao momento basal, isto é, mesmo com a redução dos escores estes ainda não voltaram aos índices do comportamento basal. Na dimensão fadiga, em relação a duas condições experimentais, observamos comportamentos similares em relação ao tempo [ $F_{(1,60)}: 48,90; p < 0,0001$ ], onde houve um aumento desses escores após a realização do exercício físico ( $p < 0,0001$ ) seguido de redução em 30' e 60' ( $p < 0,0001$ , ambos), no entanto, na condição de hipóxia simulada, também

observamos que os escores dos momentos 30' e 60' ( $p < 0,001$ , ambos) apresentaram comportamentos diferentemente significativos em relação ao momento basal.

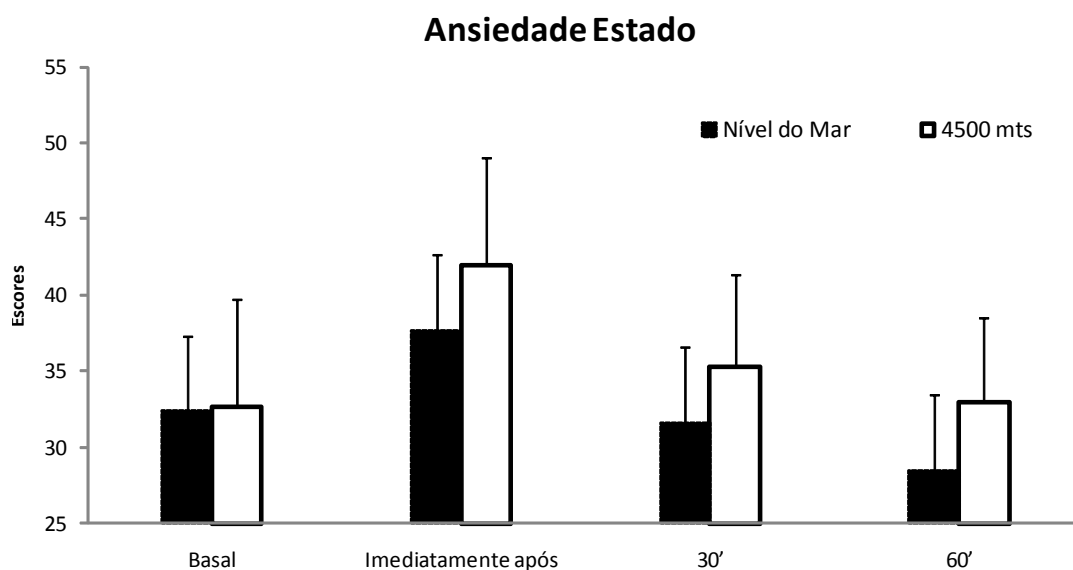
No gráfico 1 são apresentados os resultados referentes ao IDATE Estado, questionário de auto-avaliação que avalia a ansiedade no "momento", considerando a realização do exercício físico nas condições nível do mar e em hipóxia simulada (4500m). Não encontramos diferenças quando as duas situações experimentais foram comparadas, no entanto, em relação ao tempo [ $F_{(1,60)}: 21,84; p < 0,0001$ ], encontramos comportamentos distintos. Em ambas as condições experimentais, observamos um comportamento de aumento desses escores imediatamente após a realização do exercício físico ( $p < 0,001$ ) seguido de uma diminuição nos momentos 30' e 60' após a realização do exercício físico ( $p < 0,001$ , ambos).

### Discussão

Com intuito de avaliar os efeitos da hipóxia simulada no humor e nas respostas afetivas após o exercício físico realizado até a exaustão voluntária máxima, selecionamos 11 voluntários jovens e saudáveis que responderam a dois instrumentos em diferentes momentos, tanto em nível do mar quanto em simulação de hipóxia referente a uma altitude de 4500m.

De forma bastante curiosa, quando avaliamos o perfil de humor pelos instrumentos, sendo utilizado

Gráfico 1- Resultados do Teste de IDATE Estado



ANOVA para medidas repetidas, com post-hoc utilizando Duncan Test. <sup>a</sup> – diferente do basal, na mesma condição; <sup>b</sup> – diferente do imediatamente após, na mesma condição; Resultados significativos para  $p \leq 0,05$ . Dados apresentados em média  $\pm$  desvio-padrão.

em nosso estudo o SEES e IDATE, não observamos diferenças entre os grupos quando as condições de normóxia e hipóxia foram comparadas, embora as magnitudes dos escores sejam visivelmente diferentes. Esse resultado não era esperado, pois acreditávamos que o estresse do exercício físico associado ao estresse da hipóxia poderia representar diferenças em relação ao nível do mar, pendendo para uma alteração de humor quando em hipóxia. Em parte, esse resultado pode ser explicado pelo número relativamente pequeno de voluntários alocados em nosso estudo. É possível que em amostras maiores os resultados sejam distintos, pois, de acordo com Virués-Ortega, Garrido, Javierre & Kloezeman (2006), é universalmente aceito que a altitude produz interferências no humor e na cognição causando inclusive importantes prejuízos que além dos fatores citados acima, ainda podem ser percebidos no contexto motor, perceptivo e comportamental. Do ponto de vista fisiológico, sabe-se que a condição de hipóxia exige um profundo ajuste no organismo humano, ajustes esses em diferentes parâmetros como sistema nervoso autônomo sendo evidenciado no controle da frequência cardíaca, volume sistólico, débito cardíaco, fluxo sanguíneo muscular, utilização de substrato energético e função mitocondrial, sendo esses ajustes necessários tanto para condições de repouso quanto em exercício físico. Neste racional, sabe-se que a exposição a elevadas altitudes representa um grande estresse ao organismo, elucidando robustas respostas simpático-adrenérgicas que contribuem de forma acentuada com os ajustes críticos e as necessárias adaptações mencionadas acima (Mazzeo, 2008).

Embora esses ajustes sejam necessários, não podemos deixar de mencionar que certamente existe uma relação da magnitude desses ajustes motivados pelo nível de hipóxia gerado, sendo esse parâmetro condicionado a alterações como alteração da saturação do oxigênio, tempo de exposição a essa condição, intensidade e carga de esforço, além claro da variabilidade inter-individual (Mazzeo, 2008).

Embora haja de fato um corpo de evidências que apontem para alterações de humor em condição de hipóxia, existem alguns trabalhos que não encontraram diferenças. Um exemplo é o trabalho de Bonnon, Noel-Jorand & Therme (1999), que ao testarem um programa de ascensão no sentido de encontrar uma adaptação psicológica ideal para grandes altitudes entre um grupo de alpinistas, tendo esses voluntários concluído tarefas que avaliaram os aspectos cognitivos e de humor em condições de normoxia e hipóxia aguda em 3500 metros e 5400 metros, não encontraram efeitos robustos cognitivos ou emocionais, sugerindo que a maioria dos participantes aclimatou-se com êxito. O interessante é que esses autores propuseram que os mecanismos psicológicos de adaptação parecem confiar em um processo de aclimação gradual atendendo aos requisitos para a velocidade

de subida e tempo de permanência em cada fase da mudança de altitude. Desta forma, pode-se concluir que o período de tempo que cada pessoa teria de gastar em cada fase variou entre os indivíduos, e por isso o acompanhamento cuidadoso das respostas de estados de humor é importante.

Outro trabalho igualmente interessante, refere-se ao estudo conduzido por Piehl Aulin, Svedenhag, Wide, Berglund & Saltin (1998), que constataram que viver dentro de hipóxia durante 12 horas por dia e mantendo uma carga de treinamento em normoxia, não afetou de forma negativa o estado de humor de 15 participantes expostos a uma altitude de 2000m ou 2700m acima do nível do mar. Diferentemente, em nosso estudo observamos diferenças psicobiológicas em relação ao humor, e talvez isso pode ser identificado em função da simulação da hipóxia a 4500m, permitindo-nos inferir que a hipoxemia causada é a responsável pelas alterações observadas.

O questionário de Experiência Subjetiva em Exercício permitiu-nos sugerir que em condição de hipóxia simulada, mais especificamente após a realização do exercício físico, ocorre uma diminuição da sensação de bem estar - o que pode estar atribuído as condições de estresse impostas - seguido de um aumento nos momentos 30' e 60', ressaltando que o aumento ocorrido 30' após a realização do exercício físico nessa condição, ainda não foi capaz de se equiparar a situação basal. Essa mesma dimensão, porém quando observada na condição nível do mar, apresentou um aumento dos escores imediatamente após a realização do exercício físico, sugerindo que o esforço angariado no momento do exercício físico representa uma situação de estresse ao indivíduo, que reflete no seu bem estar. A dimensão distresse psicológico, que representa a forma danosa de estresse, apresentou um comportamento similar em ambas as condições experimentais. Observamos um aumento dos escores imediatamente após a realização do exercício físico, seguido de uma diminuição considerável nos momentos 30' e 60', no entanto, na condição de hipóxia simulada, mesmo com a diminuição dos escores no momento 30', este ainda apresentou-se aumentado quando comparado a situação basal e não tão reduzido quanto o momento 60', sugerindo que os valores desse estresse nocivo 30' pós esforço pode estar relacionado com o fato de que os voluntários foram mantidos na câmara até 30' pós teste. No que diz respeito a dimensão fadiga, esta apresentou um comportamento similar em ambas as condições experimentais, caracterizado por um aumento após a realização do exercício físico, diminuindo nos momentos 30 e 60 minutos pós esforço. No entanto, a diminuição ocorrida nos momentos 30' e 60', na condição de hipóxia simulada, não foram capazes de permitir o retorno aos níveis basais de fadiga.

De acordo com o questionário IDATE, que avalia

a ansiedade no “momento”, podemos sugerir que não houve diferença entre os grupos nas diferentes condições experimentais, no entanto, em relação ao tempo, observamos um comportamento similar em ambas as condições experimentais. No momento imediatamente após, o exercício físico apresentou características ansiogênicas, isto é, desencadeou um aumento da ansiedade. Porém, nos momentos 30 e 60 minutos, o exercício físico apresentou características ansiolíticas, isto é, foi capaz de promover a diminuição da ansiedade. Apesar do comportamento similar da dimensão em ambas as condições experimentais, esta se apresentou de maneira mais acentuada durante a altitude simulada.

Vale ressaltar que o tempo do exercício físico realizado em condição de hipóxia simulada mais o tempo de exposição de 30', podem ter sido um fator limitante na detecção de mais diferenças entre as dimensões estudadas.

### Conclusão

De forma preliminar, é possível sugerir que o TEmax executado em condição de altitude simulada a 4500m parece promover uma piora imediata em relação ao estado de humor acompanhada da elevada fadiga. Esses resultados parecem estar implicados com o estado de fadiga produzido pela intensidade do protocolo nessa condição. Também podemos inferir que o exercício físico realizado em altitude de 4500m produz uma resposta ansiogênica, sugerindo que tal resposta pode interferir negativamente no desempenho esportivo podendo estar associada a fadiga causada por estresse dessa natureza.

Dentro deste contexto, é importante ressaltar que as alterações psicobiológicas e fisiológicas decorrentes da exposição à condição ambiental de hipóxia simulada, sofrem grande influência da variabilidade inter-individual, no que diz respeito à forma como são afetados e como se adaptam a essa nova condição, e das características adotadas nos estudos realizados, considerando as diferentes metodologias utilizadas e conseqüentemente algumas evidências controversas sobre o comportamento das variáveis analisadas.

Dessa forma, mais estudos são necessários para se conhecer em profundidade tais alterações psicobiológicas, pois assim, acreditamos ser possível estabelecer estratégias para minimizar essas alterações afetivas.

### Referências

Acevedo, E.O., & Ekkekakis, P. (2001). The transactional psychobiological nature of cognitive appraisal during exercise in environmentally stressful conditions. *Psychology of Sport and Exercise*, 1 (2), 47–67.

Andreatini, R., & Seabra, M.L. (1993). A estabilidade de IDATE-traço: avaliação após cinco anos. *Revista ABP-APAL*, 15 (1), 21-25.

Araújo, R.C. (2009, Fevereiro). Efeitos da exposição à altitude no desempenho físico. [http://www.efdeportes.com/Revista Digital](http://www.efdeportes.com/Revista_Digital_1), 1. Acessado de <http://www.efdeportes.com/efd129/efeitos-da-exposicao-a-altitude-no-desempenho-fisico.htm>

Askew, E.W. (2002). Work at high altitude and oxidative stress: antioxidant nutrients. *Toxicology*, 180 (2), 107-19.

Bahrke, M.S., & Shukitt-Hale, B. (1993). Effects of altitude on mood, behaviour and cognitive functioning: a review. *Sports Medicine*, 16 (2), 97–125.

Batson, C.D., Shaw, L.L., & Oleson, K.C. (1992). Differentiating affect, mood, and emotion: Toward functionally based conceptual distinctions. In M. S. Clark (Ed.), *Emotion* (pp. 294-326). Newbury Park, CA: Sage.

Beebie, C.J., Terry, P.C., & Lane, A.M. (2000). The Profile of Mood States and athletic performance: two meta-analyses. *Journal of Applied Sport Psychology*, 12 (1), 49– 68.

Biaggio, A.M.B., & Natalicio, L. (1979). *Manual para o inventário de ansiedade Traço-Estado (IDATE)*, (1ª ed.). Rio de Janeiro: Centro Editor de Psicologia Aplicada- CEPA.

Bless, H. (2001). Mood and the use of general knowledge structures. In L. Martin, G. Clore (Eds.), *Theories of Mood and Cognition* (1ª ed., pp. 9–26). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Bolmont, B., Thullier, F., & Abraini, J.H. (2000). Relationships between mood states and performances in reaction time, psychomotor ability and mental efficiency during a 31-day gradual decompression in a hypobaric chamber from sea level to 8848 m equivalent altitude. *Physiology and Behavior*, 71 (5), 469–476.

Bonnon, M., Noel-Jorand, M-C & Therme, P. (1999). Criteria for psychological adaptation to high-altitude hypoxia. *Perceptual and Motor Skills*, 89 (1), 3-18.

Gendolla, G.H. E., & Krusken, J. (2002). The joint effect of informational mood impact and performance-contingent consequences on effort-related cardiovascular response. *Journal of Personality and Social Psychology*, 83 (2), 271–283.

Glesson, M. (2000). The scientific basis of practical strategies to maintain immunocompetence in elite athletes. *Exercise Immunology Review*, 6 (1), 75–101.

Jones, A., & Doust, J. (1996). A 1% treadmill grade most accurately reflects the energetic cost of outdoor running. *Journal of Sports Sciences*, 14 (4), 321-327.

Kobrick, J.L., & Johnson, R.F. (1991). Effects of hot and cold environments on military performance. In R. Galand, & D. Mangelsdorff (Eds.), *Handbook of Military Psychology* (pp. 215–232). New York: Wiley.

Lox, C.L., & Rudolph, D.L. (1994). The subjective exercise experiences scale (SEES): factorial validity and effects of acute exercise. *Journal of Social Behaviour and Personality*, 9 (4), 837–844.

Mazzeo, R. S. (2008). Physiological Responses to Exercise at Altitude. *Sport Medicine*, 38 (1), 1-8.

Mcauley, E., & Courneya, K. (1994). The Subjective Exercise Experiences Scale (SEES): Development and preliminary validation. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 16 (2), 163-177.

McFarland, R. A. (1972). Psychophysiological implications of life at altitude and including the role of oxygen in the process of aging. In M.K. Yousef, S.M. Horvath, & R.W. Bullard (Eds.), *Physiological adaptations: Desert and mountain* (pp. 157-182). New York: Academic Press.

Morgan, W.P., Brown, D.R., Raglin, J.S., O'Conner, P.J. & Ellickson, K.A. (1987). Psychological monitoring of overtraining and staleness. *British Journal of Sports Medicine*, 21, 107–114.

Parkinson, B., Totterdell, P., Briner, R.B., & Reynolds, S. (1996). *Changing Moods: The Psychology of Mood and Mood Regulation*, (1ª ed.). London: Longman.

Piehl Aulin, K., Svedenhag, J., Wide, L., Berglund, B., & Saltin, B. (1998). Short-term intermittent normobaric hypoxia – haematological, physiological and mental effects. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 8 (3), 132-137.

Pyne, D.B., Gleeson, M., McDonald, W.A., Clancy, R.L., Perry Junior, C., & Fricker, P.A. (2000). Training strategies to maintain

immunocompetence in athletes. International Journal of Sports Medicine, *21* (1), 51-60.

Raglin, J.S. (2001). Psychological factors in sport performance: The mental health model revisited. Sports Medicine, *31* (12), 875-890.

Rodway, G. W., Hoffman, L.A., & Sanders, M.H. (2003). High-altitude-related disorders – part I: pathophysiology, differential diagnosis, and treatment. Heart & Lung: The Journal of Acute and Critical Care, *32* (6), 353-359.

Sharp, R.F., & Bernaudin, M. (2004). Hifl and oxygen sensing in the brain. Nat Rev Neurosci, *5* (1), 437-448.

Spielberger, C.D., Gorslush, R.L., & Lushene, E. (1970). Manual for the State-Trait Anxiety Inventory (“Self-Evaluation Questionnaire”), (1ª ed.) Palo Alto, CA: Consulting Psychologist Press.

Thayer, R.E., Newman, R. & McClain, T.M. (1994). Self-regulation of mood: strategies for changing a bad mood, raising energy, and reducing tension. Journal of Personality and Social Psychology, *67* (5), 910-925.

Virués-Ortega, J., Garrido, E., Javierre, C. & Kloezeman, K. (2006). Human behaviour and development under high-altitude conditions. Developmental Science, *9* (4), 400-410.

*Recebido: 01/09/2011*  
*Última Revisão: 05/12/2011*  
*Aceite Final: 06/12/2011*

#### Agradecimentos:

Os autores agradecem o apoio científico de Everaldo Vancouler e o apoio técnico e financeiro da AFIP, CEPE, CEMSA, CEPID-SONO/FAPESP (processo número: 1998/14303-3), CNPq, INSTITUTO DO SONO e a FADA/UNIFESP.