

# CONDICIONAMENTO FÍSICO AERÓBIO E REAÇÕES PSICOFISIOLÓGICAS A UM TESTE DE ESTRESSE

Antônio Fernando A. Duarte<sup>1</sup>, Mário V. Pitaluga Filho<sup>1</sup>, Josué M. de Moraes<sup>1,2</sup>,  
Luís Carlos Scipião Ribeiro<sup>2</sup>.

1-Instituto de Pesquisa da Capacitação Física do Exército - IPCFEx;  
2-Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro, RJ

## Resumo

Este estudo teve por objetivos comparar o Nível de Condutibilidade da Pele (NCP), um indicador de estresse psicofisiológico, e a reatividade ao estresse entre homens adultos com diferentes níveis de condicionamento aeróbio. Para tanto, 10 indivíduos com condicionamento superior (S;  $VO_{2\max}$   $57,2 \pm 2,9 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) e 10 com condicionamento razoável (R;  $VO_{2\max}$   $43,4 \pm 4,6 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) foram submetidos a um teste de estresse, por meio de estímulos apresentados no monitor de um computador. O teste consistiu de dois minutos iniciais de relaxamento, 45s de exposição a um estímulo estressor e um minuto final de relaxamento. Durante as três fases, foi medido o NCP dos indivíduos em  $\mu$  Siemens ( $\mu\text{S}$ ), a cada 0,1s, com um sistema de Biofeedback. Como resultado, as medidas de NCP dos dois grupos diferiram significativamente ( $p < 0,001$ ) nas três fases do teste, sendo que o grupo S apresentou menores valores do que o grupo R em todas elas: na fase de

relaxamento inicial, o grupo S apresentou valores de  $3,47 \pm 0,12 \mu\text{S}$  (Média  $\pm$  DP) e o grupo R de  $4,75 \pm 0,40 \mu\text{S}$ ; durante o estímulo estressor, o grupo S apresentou valores de  $3,85 \pm 0,25 \mu\text{S}$ , contra  $5,19 \pm 0,38 \mu\text{S}$  do grupo R; e no período final de relaxamento, o grupo S apresentou valores de  $3,89 \pm 0,21 \mu\text{S}$  e o grupo R de  $4,92 \pm 0,39 \mu\text{S}$ . Durante a exposição ao estímulo estressor, não houve diferença significativa quanto ao  $\Delta\text{NCP}$  calculado entre os grupos S e R ( $0,51 \pm 0,22$  contra  $0,47 \pm 0,37$ ; respectivamente;  $p = 0,76$ ); todavia, a inclinação da reta de regressão do NCP para o grupo S ( $b = 0,051$ ) foi menor do que a do grupo R ( $b = 0,072$ ). Ainda que o NCP seja apenas um dos indicadores do nível de estresse psicofisiológico, os resultados apresentados pelo grupo S nas três fases do teste sugerem que indivíduos mais bem condicionados aerobiamente têm melhor capacidade de relaxamento frente a um estímulo estressor.

**Palavras-Chave:** estresse, condicionamento aeróbio, nível de condutibilidade da pele, relaxamento.

## Abstract

The aims of this study were to compare the Skin Conductance Level (SCL), a psychophysiological stress index, and the stress reactivity among adult men showing different levels of aerobic fitness. For this purpose, 10 subjects showing superior physical fitness (S;  $VO_{2\max}$   $57,2 \pm 2,9 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) and 10 showing regular physical fitness (R;  $VO_{2\max}$   $43,4 \pm 4,6 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) underwent

a stress test composed of visual stimuli presented on a computer screen. The test consisted in two minutes of initial relaxation, 45s of exposure to a stressor stimulus and one minute of final relaxation. During the three stages, the subjects' SCL was measured in  $\mu$  Siemens ( $\mu\text{S}$ ), at each 0,1s, by a Biofeedback System. As a result, the SCL of the two groups were significantly different ( $p < 0,001$ ) in all stages of the test, S group showing lower values than R group in all occasions, as follows: during initial

relaxation stage, S group showed values of  $3,47 \pm 0,12\mu\text{S}$  (Mean  $\pm$  SD) and R group  $4,75 \pm 0,40\mu\text{S}$ ; during stressor stimulus, S group showed values of  $3,85 \pm 0,25\mu\text{S}$ , versus  $5,19 \pm 0,38\mu\text{S}$  from R group; and in the final relaxation period, S group showed measures  $3,89 \pm 0,21\mu\text{S}$  and R group  $4,92 \pm 0,39\mu\text{S}$ . During exposition to the stressor stimulus, there was no significant difference regarding the  $\Delta\text{SCL}$  calculated between S and R groups ( $0,51 \pm 0,22$  versus  $0,47 \pm 0,37$ ; respectively  $p = 0,76$ ); however,

the SCL regression line slope for S group ( $b = 0,051$ ) was smaller than the one for R group ( $b = 0,072$ ). Although SCL is only one of the indexes of psychophysiological stress level, the results showed by S group during the three stages of the test suggest that aerobically fit individuals show a higher relaxation capacity when facing a stressor stimulus.

**Keywords:** stress, aerobic fitness, skin conductance level, relaxation.

## INTRODUÇÃO

A relação entre reações psicofisiológicas ao estresse mental, condicionamento físico aeróbio e atividade física tem atraído considerável atenção de pesquisadores. Evidências crescentes e estudos, como o de Szabo et al. (1994), indicam uma influência negativa do estresse psicológico na saúde cardiovascular. Jiang et al. (1996), por exemplo, submeteram pacientes infartados a uma série de agentes estressores psicológicos. Foram identificados os que apresentavam isquemia induzida pelo estresse mental e estes, então, passaram a ser monitorados quanto à mortalidade e incidência de eventos cardiovasculares por um período de 5 anos. Os resultados indicaram que tais indivíduos experimentaram elevadas taxas de eventos cardíacos subsequentes fatais e não-fatais, comparativamente com aqueles que não apresentavam isquemia induzida pelo estresse. Desta forma, resultados de pesquisas sugerem a necessidade de se identificar atividades e comportamentos que possam reduzir a reatividade cardiovascular ao estresse mental. E uma dessas atividades é o exercício físico, que é universalmente aceito como fator promocional da saúde e que também pode ser importante no controle do estresse.

De acordo com Steptoe et al. (1990), o exercício tem influência em diferenças individuais de atividade cardiovascular e também pode ajudar não só no controle do estresse, como no da hipertensão. Diversos estudos (Boutcher et al., 1998; Goldsmith et al., 1992; Macor et al., 1996) têm igualmente sugerido a associação de elevados níveis de condicionamento físico a um aumento do tônus vagal. Esse aumento do tônus vagal induzido pelo exercício pode, por sua vez, reduzir o risco de do-

enças cardiovasculares, atenuando a reatividade cardíaca ao estresse psicológico (Boutcher et al., 1993; Boutcher et al., 1995; Hamer et al., 2002; Spalding et al., 2000; Szabo et al., 1994). Por outro lado, estudos como os de Claytor et al. (1988) e Szabo et al. (1993) não evidenciaram efeitos positivos do condicionamento aeróbio na reatividade ao estresse.

Um método eficiente para a verificação do desenvolvimento do tônus vagal do indivíduo e a conseqüente redução da reatividade ao estresse psicofisiológico é a avaliação de seu Nível de Condutibilidade da Pele (NCP). A condutibilidade elétrica da pele muda de acordo com o nível de atividade das glândulas sudoríparas. Para a avaliação dessa mudança, uma corrente elétrica constante é conduzida através de uma área da pele entre dois eletrodos e é então verificada sua oscilação. Como a atividade simpática é reduzida com o aumento do tônus vagal e do processo de relaxamento, a condutibilidade da pele decresce em função de uma menor atividade das glândulas sudoríparas (Steptoe et al. 1993).

Dentro desse contexto, o presente estudo buscou comparar o Nível de Condutibilidade da Pele (NCP) entre dois grupos de homens adultos, com diferentes níveis de condicionamento físico aeróbio, durante a realização de um teste de estresse, assim como a reatividade dos grupos ao estresse, quando da apresentação de um estímulo estressor.

## METODOLOGIA

### Sujeitos

A amostra foi constituída por dois grupos de 10 indivíduos fisicamente ativos, integrantes de uma

Organização Militar do Exército Brasileiro, divididos por condicionamento aeróbio: S - Superior ( $VO_{2\max}$   $57,2 \pm 2,9 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) e R - Razoável ( $VO_{2\max}$   $43,4 \pm 4,6 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ). Os sujeitos foram submetidos a uma inspeção médica prévia para que fossem liberados para o estudo e investigados quanto ao uso de medicamentos. Todos os procedimentos constaram de um formulário de consentimento, que foi inicialmente assinado pelos que participaram do estudo. A faixa de idade dos sujeitos variou de 26 a 36 anos e suas características constam da Tabela 1.

**Tabela 1** - Características dos sujeitos (Média  $\pm$  DP)

Variáveis	Grupo S	Grupo R	t (18)	Valor de P
Idade (anos)	29,2 $\pm$ 6,2	31,2 $\pm$ 4,32	-0,59	0,571
Peso (kg)	73,2 $\pm$ 8,16	75,3 $\pm$ 9,65	-0,36	0,725
Altura (cm)	173,6 $\pm$ 6,66	172,2 $\pm$ 5,54	0,36	0,727
$VO_{2\max}$ ( $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ )	57,2 $\pm$ 2,90	43,4 $\pm$ 4,61	5,66	<0,0011
% Gordura	10,8 $\pm$ 4,38	14,6 $\pm$ 6,73	-1,05	0,321

† Diferença significativa entre os grupos ( $p < 0,05$ )

Para a avaliação do percentual de gordura, foi utilizado o protocolo de Jackson e Pollock (1993), com a utilização de três dobras (peitoral, abdominal e coxa), e, para a avaliação do condicionamento aeróbio, foi realizado o teste de corrida de 12 minutos, sendo estimado pela fórmula de Cooper (1968) o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2\max}$ ). A comparação entre os grupos foi feita por meio do Teste-t de Student para amostras independentes e só foi constatada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os grupos na variável  $VO_{2\max}$ , tendo o grupo S apresentado um melhor condicionamento aeróbio do que o grupo R.

### Procedimento Experimental

O experimento envolveu a realização de avaliações em dois dias distintos. No primeiro, os indivíduos receberam as informações sobre o estudo, assinaram o termo de consentimento e realizaram a avaliação antropométrica e o teste de corrida de 12 minutos para estimação do  $VO_{2\max}$ .

No segundo dia, os indivíduos foram submetidos a um teste de estresse, por meio do Sistema Informatizado de "Biofeedback 2000" (Copyright© 1999 por Dr. G. Schuhfried, GmbH). Na oportunidade, após chegarem ao local de avaliação e antes do teste propriamente dito, todos se

mantiveram em repouso durante 30 minutos (condição inicial) em uma sala refrigerada, à temperatura aproximada de 20°C. Para a realização do teste, os avaliados permaneceram sentados, confortavelmente, à frente do monitor de um computador e foram solicitados a se manterem atentos aos estímulos apresentados, sem que fosse requerida qualquer ação por parte deles. Foram conectados eletrodos de Ag/AgCl, da marca 3M®, às falanges médias dos dedos indicador e médio da mão não-dominante dos indivíduos, para a mensuração do NCP. O teste consistiu de dois minutos iniciais de relaxamento, 45 segundos de exposição a um estímulo estressor e um minuto final de relaxamento. O estímulo estressor foi representado por uma bomba relógio, que apresentava um painel com uma contagem regressiva para a sua detonação. Durante as três fases, os valores do NCP foram registrados a cada 0,1 segundo e medidos em  $\mu$  Siemens ( $\mu$ S).

### Análise Estatística

Para a análise do NCP dos grupos durante a realização do teste, o período de tempo da avaliação foi dividido em 52 blocos de cinco segundos. Cada bloco, considerado como um momento, correspondeu à média do NCP dos sujeitos para cada intervalo de cinco segundos.

A análise estatística foi conduzida, inicialmente, considerando-se os momentos do NCP para os grupos S e R nas fases de relaxamento inicial (2 minutos), estresse (45 segundos) e relaxamento final (1 minuto).

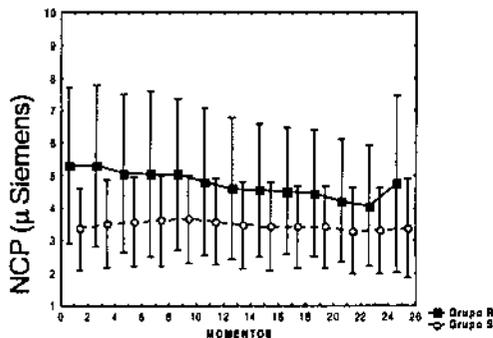
Após a verificação da compatibilidade dos dados com a distribuição normal por meio dos testes Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk W, a comparação dos resultados dentro de cada fase foi feita utilizando-se o Teste-t para amostras independentes.

Já para avaliação da reatividade ao estresse, foram comparados a variação do NCP ( $\Delta$  NCP) entre os grupos por meio do Teste-t para amostras independentes, e os coeficientes de inclinação "b" das retas de regressão do NCP dos grupos em função dos momentos, durante a apresentação do estímulo estressor (fase de estresse - 45 segundos). O  $\Delta$  NCP, por sua vez, foi calculado subtraindo-se o valor apresentado pelos grupos no início da fase de estresse de cada medida subsequente realizada.

Todas as análises foram feitas utilizando-se o software "Statistica v. 6.0", da StatSoft, Inc. 1984-2001, sendo o nível de significância adotado o de  $p < 0,05$ .

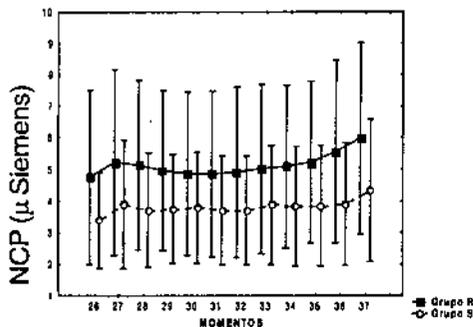
## RESULTADOS

No que diz respeito à análise do NCP durante as três fases do teste, os dois grupos apresentaram resultados significativamente diferentes em todas as ocasiões ( $p < 0,05$ ), sendo que o grupo S exibiu sempre menores valores que o grupo R.

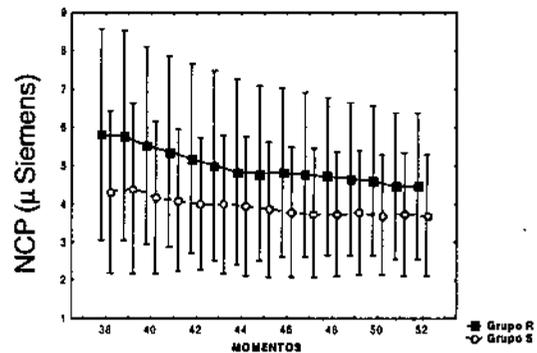


**Figura 1** – Média do NCP ( $\pm$  DP) para os grupos de condicionamento aeróbio Razoável (R) e Superior (S) durante os dois minutos de relaxamento inicial. O NCP apresentado pelo grupo S foi significativamente ( $p < 0,001$ ) menor do que o do grupo R.

Na fase de relaxamento inicial, o grupo S apresentou valores de NCP de  $3,47 \pm 0,12 \mu S$  (Média  $\pm$  DP) e o grupo R de  $4,75 \pm 0,40 \mu S$  ( $p < 0,001$ ), conforme apresentado na Figura 1. Durante a exposição ao estímulo estressor (Figura 2), o grupo S apresentou valores de NCP de  $3,85 \pm 0,25 \mu S$ , contra  $5,19 \pm 0,38 \mu S$  do grupo R ( $p < 0,001$ ). Também no período final de relaxamento (Figura 3), o grupo S apresentou valores significativamente menores de NCP do que o grupo R ( $3,89 \pm 0,21 \mu S$  contra  $4,92 \pm 0,39 \mu S$ ; respectivamente;  $p < 0,001$ ).

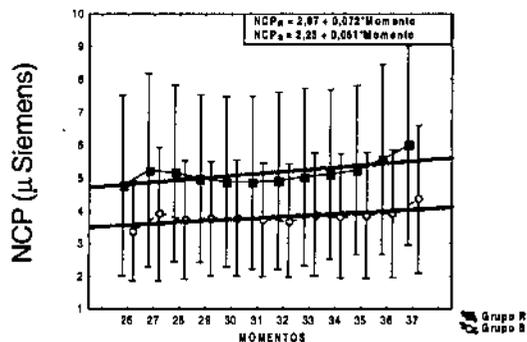


**Figura 2** – Média do NCP ( $\pm$  DP) para os grupos de condicionamento aeróbio Razoável (R) e Superior (S) durante os 45 s de estímulo estressor. O NCP apresentado pelo grupo S foi significativamente ( $p < 0,001$ ) menor do que o do grupo R.



**Figura 3** – Média do NCP ( $\pm$  DP) para os grupos de condicionamento aeróbio Razoável (R) e Superior (S) durante o minuto final de relaxamento. O NCP apresentado pelo grupo S foi significativamente ( $p < 0,001$ ) menor do que o do grupo R.

Com relação à reatividade ao estresse, inicialmente expressa pelo cálculo do  $\Delta$  NCP durante os 45 segundos de apresentação do estímulo estressor, não foi observada diferença significativa entre os grupos S e R ( $0,51 \pm 0,22$  contra  $0,47 \pm 0,37$ ; respectivamente;  $p = 0,76$ ).



**Figura 4** – Retas de regressão traçadas sobre os valores médios do NCP ( $\pm$  DP) para os grupos de condicionamento aeróbio Razoável (R) e Superior (S), durante os 45 s de estímulo estressor. O coeficiente de inclinação da reta do grupo R ( $b = 0,072$ ) foi maior do que o do grupo S ( $b = 0,051$ ).

Considerando-se as retas de regressão traçadas para o NCP em função dos momentos avaliados (Figura 4), o grupo S apresentou um coeficiente de inclinação  $b = 0,051$ , para um  $\beta = 0,78$  e  $r^2 = 0,61$  ( $p < 0,01$ ), e o grupo R um  $b = 0,072$ , para um  $\beta = 0,75$  e  $r^2 = 0,56$  ( $p < 0,01$ ).

## DISCUSSÃO

Neste estudo, o NCP, como um indicador da atividade simpática do organismo, foi verificado em situações de repouso e durante estresse psicológico em dois grupos de homens adultos, com diferentes níveis de condicionamento aeróbio. Foi hipotetizado que os indivíduos de melhor condicionamento, comparativamente com os de pior, apresentariam um menor NCP durante o estresse e o repouso, assim como uma menor reatividade ao estresse.

Coerente com pesquisas anteriores, como as de Boutcher et al. (2001) e Goldsmith et al. (1992), os resultados indicaram que os indivíduos bem condicionados apresentaram uma menor atividade simpática, neste caso avaliada pelo NCP, tanto em repouso quanto durante a apresentação do estímulo estressor. Essa conclusão se deve ao fato da atividade das glândulas sudoríparas ser controlada por inervação do sistema nervoso simpático. O aumento dessa atividade leva a um aumento da condutibilidade eletrodermal, por meio de uma sudorese também aumentada, o que, no caso deste estudo, permitiu que os integrantes do grupo R apresentassem maiores valores de NCP, fruto de uma maior passagem de corrente elétrica pela área avaliada.

Todavia, não foi observada, por parte dos indivíduos com um maior  $VO_{2\max}$ , uma menor reatividade ao estresse, caracterizada pelo  $\Delta$  NCP. Essa falta de diferença estatisticamente significativa pode ser fruto da reduzida amplitude da diferença de consumo máximo de oxigênio entre os grupos. Em estudos que chegaram a sugerir a existência de uma menor reatividade ao estresse por parte de indivíduos bem condicionados, comparados com mal condicionados, a diferença de  $VO_{2\max}$  relativo entre os grupos era maior do que  $20 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  (Boutcher et al. 2001; Spalding et al., 2000). Na presente pesquisa, essa diferença entre os grupos chegou a aproximadamente  $13 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , a qual, caso fosse maximizada, poderia gerar diferentes resultados quanto à reatividade ao estresse.

Um outro indicador utilizado para a avaliação dessa reatividade foi a inclinação da reta de regressão do NCP dos grupos em função dos momentos. O coeficiente b da reta de regressão do grupo de melhor condicionamento aeróbio foi de 0,051, contra 0,072 apresentado pelo grupo de pior condicionamento. Traduzindo esses coeficientes em ângulos, tem-se que a reta do grupo S possui uma inclinação aproximada de 2,9 graus e a do grupo R, de 4,1 graus com o eixo das abscissas. Apesar de não ter sido constatada diferença significativa entre os grupos quanto ao  $\Delta$  NCP, essa diferença de inclinação das retas, ainda que bastante reduzida, sugere que a reatividade ao estresse pode ser minimizada devido a níveis de condicionamento aeróbio mais elevados.

## CONCLUSÃO

Ainda que o NCP seja apenas um dos indicadores do nível de estresse psicofisiológico, os resultados evidenciados pelo grupo S nas três fases do teste sugerem que indivíduos mais bem condicionados aerobiamente têm melhor capacidade de relaxamento, assim como podem apresentar uma menor reatividade ao estresse psicológico. Estes dados são consistentes com as tendências apresentadas pela maior parte das pesquisas anteriores nessa área de estudo e podem ser relevantes para a formulação de políticas anti-sedentarismo, uma vez que elevados níveis de estresse têm sido relacionados ao desenvolvimento de diversas doenças.

Estudos futuros empregando mulheres e/ou indivíduos de diferentes idades, ou ainda indivíduos sedentários, são necessários para uma melhor caracterização da relação entre o nível de condicionamento físico aeróbio e as respostas psicofisiológicas ao estresse mental.

**Endereço para correspondência:**

e-mail: [afduarte@centroin.com.br](mailto:afduarte@centroin.com.br)

Av. João Luiz Alves - S/Nr

Fortaleza de São João - Urca - Rio de Janeiro - RJ

CEP: 22.291-090

## REFERÊNCIAS

- BOUTCHER, SH; NUNGENT FW. *Cardiac response of trained and untrained males to repeated psychological stressor*. Behav Med. v. 19, n.1, p. 21-27, 1993.
- BOUTCHER, SH; NUNGENT FW, WELTMAN AL. *Heart rate to psychological stressors of individuals possessing resting bradycardia*. Behav Med. v. 21, n.1, p. 40-46, 1995.
- BOUTCHER, SH; NUNGENT FW, MCLAREN, PF, WELTMAN AL. *Heart period variability of trained and untrained men at rest and during mental challenge*. Psychophysiology. v. 35, n.1, p. 16-22, 1998.
- BOUTCHER, SH; NURHAYATI, Y; MCLAREN, PF. *Cardiovascular response of trained and untrained old men to mental challenge*. Med Sci Sports Exerc. v. 33, n.3, p. 659-664, 2001.
- CLAYTOR, RP; COX, RH; HOWLEY, ET, LAWLER KA, LAWLER JE. *Aerobic power and cardiovascular response to stress*. J Appl Physiol. v. 65, n.3, p. 1416-1423, 1988.
- COOPER, KH. *A means of assessing maximal oxygen intake - Correlation between field and treadmill testing*. JAMA. v. 203, n.3, p. 135-138, 1968.
- GOLDSMITH, RL; BIGGER JT Jr; STEINMAN, RC; FLEISS, JL. *Comparison of 24-hour parasympathetic activity in endurance-trained and untrained young men*. J Am Coll Cardiol. v. 20, n.3, p. 552-558, 1992.
- HAMER, M; BOUTCHER, Y; BOUTCHER, SH. *Cardiovascular and renal responses to mental challenge in highly and moderately active males with a family history of hypertension*. J Hum Hypertens. v. 16, n.5, p. 319-326, 2002.
- JIANG, W; BABYAK, M; KRANTZ, D. *Mental stress induced myocardial ischemia and cardiac events*. JAMA. n. 275, p. 1651-1656, 1996.
- MACOR, F; FAGARD, R; AMERY, A. *Power spectral analysis of RR interval and blood pressure short-term variability at rest and during dynamic exercise: comparison between cyclists and controls*. Int J Sports Med. v. 17, n.3, p. 175-181, 1996.
- POLLOCK ML, WILMORE J H. *Exercícios na Saúde e na Doença*. Rio de Janeiro: Medsi, 1993.
- SPALDING, TW; JEFFERS, LS; PORGES, SW; HATFIELD, BD. *Vagal and cardiac reactivity to psychological stressors in trained and untrained men*. Med Sci Sports Exerc. v. 32, n.3, p. 581-591, 2000.
- STEPTOE, A; MOSES, J; MATHEWS, A; EDWARDS, S. *Aerobic fitness, physical activity and psychophysiological reactions to mental tasks*. Psychophysiology. v. 27, n. 3, p. 264-274. 1990.
- STEPTOE, A; KEARSLEY, N; WALTERS, N. *Cardiovascular activity during mental stress following vigorous exercise in sportsmen and inactive men*. Psychophysiology. v. 30, n. 3, p. 245-252, 1993.
- SZABO, A; BROWN, TG; GAUVIN, L; SERAGANIAN, P. *Aerobic fitness does not influence directly heart rate reactivity to mental stress*. Acta Physiol Hung. v. 81, n. 3, p. 229-237, 1993.
- SZABO, A; PERONNET, F; GAUVIN, L; FUREDY, JJ. *Mental challenge elicits additional increases in heart rate during low and moderate intensity cycling*. Int J Psychophysiol. v. 17, n. 3, p. 197-204, 1994.
- SZABO, A; PERONNET, F; FRENKL, R ; FARKAS, A ; PETREKANITS, M ; MESZAROS, J ; HETENYI, A ; SZABO, T. *Blood pressure and heart rate reactivity to mental strain in adolescent judo athletes*. Physiol Behav. v. 56, n. 2, p. 219-224, 1994.