

APTIDÃO FÍSICA E O CONTROLE DO COMPORTAMENTO PSICOFISIOLÓGICO DE PILOTOS DE HELICÓPTEROS DO EXÉRCITO BRASILEIRO PELO BIOFEEDBACK

Paulo Roberto Ribas¹ e Luis Carlos Scipião Ribeiro².

1-Diretoria de Pesquisa e Estudos de Pessoal - DPEP- Rio de Janeiro, RJ

2-Universidade Estácio de Sá - Rio de Janeiro, RJ

Resumo

A pilotagem de helicópteros, aparentemente, não se caracteriza por intenso esforço físico. Ao contrário, o piloto tende a se tornar cada vez mais sedentário, em razão de permanecer sentado e com restrita movimentação dos principais segmentos corporais por longos períodos de tempo. Por outro lado, a responsabilidade da função, aliada à necessidade de estar permanentemente vigilante, atento e preciso em seus movimentos de comando da aeronave, demanda do piloto um grande componente de estresse mental. Em vista desses aspectos, existem dúvidas a respeito da coerência em haver uma preocupação com o condicionamento físico regular de pilotos e suas capacidades qualitativas de desempenho laboral, já que este é muito mais de natureza cognitiva. Assim, buscou-se verificar a influência da condição aeróbica sobre o comportamento psicofisiológico de pilotos de helicópteros do Exército Brasileiro para o estabelecimento de parâmetros, principalmente no que se refere à identificação da aptidão físico-profissional necessária para o cumprimento rotineiro

das missões continuadas de vôo. Foram selecionados, de forma estratificada aleatória, 26 pilotos militares do Centro de Instrução da Aviação do Exército Brasileiro, de gênero masculino, idades 31,3 +/- 5,2 anos, ativos fisicamente, VO_{2max} na faixa de 42 a 63 ml.kg⁻¹.seg⁻¹ potência, os quais foram separados em dois grupos de acordo com o resultado no teste de corrida de 12 minutos. Os instrumentos de medidas utilizados foram o Biofeedback Eletrodérmico ou Resposta Galvânica da Pele (BFB-EDR) e o Biofeedback da Frequência Cardíaca (BFB-FC), os quais mediram as reações psicofisiológicas dos pilotos durante o vôo com helicópteros. Os resultados encontrados para o BFB-EDR, $p=0,075$ (para $\alpha = 0,05$) e BFB-FC, $p=0,031$, sugerem que um elevado padrão de desempenho físico aeróbico pode exercer um efeito positivo no comportamento psicofisiológico dos pilotos e que a manutenção deste padrão em patamares superiores poderá vir a otimizar suas performances na atividade aérea.

Palavras-Chave: desempenho laboral, condição aeróbica, comportamento psicofisiológico, Biofeedback, aptidão física.

Abstract

Helicopter piloting apparently does not require physical effort. Otherwise, a pilot tends to become sedentary as a consequence of remaining sat down for long periods of time, having his body movement restricted. Also, a pilot's job responsibility and the need of being always alert, attentive and precise

produce great mental stress. Since the performance of a pilot is mainly cognitive, there is not a consensus on the importance of considering the relationship between his regular physical fitness and his performance. For this reason, the present study aimed at checking the influence of aerobic condition on a Brazilian Army pilot's psychophysiological performance so that new parameters are

established, mainly concerning the identification of the physical fitness patterns required in the accomplishment of continuous daily flying missions. Twenty-six Brazilian Army military pilots, serving at Brazilian Army Aviation Instruction Center, male, aged 31.3 ± 5.2 years, physically active, $VO_{2\max}$ ranging between 42 and 63 $ml \cdot kg^{-1} \cdot Seg^{-1}$, were selected and separated into two groups according to the 12-minute running test results. Electrodermical Biofeedback or Skin Galvanic Response and Heart Rate Biofeedback were the instruments used to measure the pilot's psychophysiological reactions during

helicopter flights. The results for EDR BFB, $p=0.075$ (for $\alpha = 0.05$) and for HR BFB, $p=0.031$, suggest that a high aerobic physical performance pattern may have a positive effect on the pilot's psychophysiological performance and that the maintainance of these patterns in high levels may enhance their performance in the aviation activity.

Keywords: labor performance, aerobic condition, psychophysiological performance, Biofeedback, physical fitness.

INTRODUÇÃO

A psicofisiologia na busca de soluções para a aviação

Os primórdios da psicologia experimental e teórica, tanto na Europa como nos Estados Unidos, caracterizaram-se pelo interesse pelas habilidades motoras. Os primeiros psicólogos experimentais, incluindo Wilhelm Wundt (1880) em Leipzig, McKeen Cattell, nos Estados Unidos, bem como Sir Francis Galton, na Inglaterra, dedicaram-se à compreensão da percepção do movimento e das ações voluntárias simples e complexas nas atividades físicas para melhor entender e medir a inteligência humana (Cratty, 1973).

Por ocasião da 1ª Grande Guerra Mundial, publicaram-se artigos sobre atividade motora e sentido de movimento, demonstrando-se um interesse esporádico nesses assuntos. Somente após o término da guerra, contudo, os acontecimentos nos Estados Unidos, Alemanha e Rússia passaram a refletir uma consciência crescente do modo pelo qual a psicologia e a atividade física podiam tornar-se entrelaçadas (Stemberg, 2000).

Para um piloto de helicóptero, esse processo tem lugar através da especialização progressiva nos vãos, atendendo à imperiosa e rápida necessidade de adaptação das atividades cognitivas e comportamentais.

Nos estados atingidos por grandes demandas neuropsíquicas profissionais, em trabalhos de

grande responsabilidade aliados a estilos de vida desordenados, a condição física pode desempenhar um papel preventivo no surgimento da fadiga e comprometimento do desempenho psicomotor (Grandjean, 1998).

Particularmente, a condição aeróbica individual pode ser decisiva na eficácia da recuperação orgânica, uma vez que todo o processo de restauração metabólica é de natureza aeróbia. Assim, é sensato supor que essa variável física (a condição aeróbia individual) tenha uma forte relação com a capacidade de recuperação da fadiga provocada pelo estresse, seja ele de que natureza for (Moreira, 1992).

A partir destas constatações, é corrente o interesse na relação entre aptidão física e respostas psicofisiológicas a uma variada gama de agentes estressores. Este interesse tem resultado num número de investigações nas quais a aptidão física tem sido relatada com a aptidão aeróbia e os agentes estressores com as atividades físicas ou mentais, como a cognição, e/ou condições ambientais, interagindo na determinação pessoal da resposta a um estímulo (Becker, 1998).

A literatura é extensa sobre os efeitos dos exercícios nos sistemas cardiovascular e pulmonar. O que atualmente tem trazido intrigantes questões são as demandas psicofisiológicas no contexto das práticas corporais de um modo geral (Ribeiro, 1992).

Para complementar os treinamentos existentes, o Biofeedback vem trazer novas perspectivas no campo da atividade física. Este método permite ao indivíduo tomar consciência e

controlar voluntariamente algumas funções fisiológicas autônomas, como a pressão arterial, a frequência cardíaca, o fluxo circulatório, a temperatura periférica, a resposta galvânica (EDR) e outras respostas orgânicas vinculadas ao domínio do sistema nervoso autônomo.

As informações captadas por sinais de áudio e vídeo são processadas naturalmente pelo indivíduo e podem resultar em mudança de comportamento, permitindo-lhe aprender a controlar as suas reações emocionais e fisiológicas (Rossi, 1994, p.102).

A tecnologia do Biofeedback (BFB), hoje em dia, é utilizada em diversos campos de estudos e, por essa amplitude, BFB passou a designar tanto os procedimentos e tratamentos, como o próprio aparelho.

Os efeitos do destreinamento físico sobre o organismo do piloto

As adaptações cardiovasculares e metabólicas adquiridas com o treinamento físico aeróbico podem ser revertidas quando o indivíduo é submetido a um período de inatividade física, devido ao reajuste dos sistemas corporais às alterações dos estímulos fisiológicos induzidos pelo treinamento físico (Åstrand e Rodhal, 1980).

Reduções significantes do consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2\max}$) parecem ocorrer dentro de duas a quatro semanas de destreinamento físico, provocando um grande declínio na sua capacidade aeróbica. A queda inicial do $\dot{V}O_{2\max}$ está associada à redução do débito cardíaco, conseqüente da redução do volume sistólico, haja vista que a frequência cardíaca permanece praticamente inalterada. O destreinamento físico também provoca adaptações metabólicas e nas trocas gasosas, que resultam em uma redução significativa da diferença artério-venosa máxima de oxigênio ($(a-\bar{v})O_2$), contribuindo também para a redução do $\dot{V}O_{2\max}$ (Convertino, 1984). Se uma boa condição física aeróbia de um piloto pode ser obtida após alguns anos de treinamento físico, estes devem estar atentos para que interrupções que impeçam a continuidade da sua preparação física não resultem em declínio na qualidade de seu desempenho laboral específico.

Inerente aos benefícios adquiridos com o treinamento físico aeróbico é o conceito da

reversibilidade, o qual mostra que, quando o treinamento físico é suspenso ou reduzido, os sistemas corporais se reajustam de acordo com a diminuição do estímulo (Coyle, 1994). Desta forma, o destreinamento físico resulta em perda das adaptações cardiovasculares e metabólicas adquiridas com o treinamento físico aeróbico, provocando um prejuízo da resistência a esforços físicos prolongados.

Convertino et alii (1982) mostraram que, com o destreinamento físico, o fluxo sangüíneo em repouso para a musculatura das pernas foi reduzido em 36%, estando este associado a uma redução de 38% de capilarização.

As alterações músculo-esqueléticas resultantes do destreinamento físico refletem diretamente na modificação do aproveitamento do oxigênio pelo tecido muscular. Entretanto, os mecanismos envolvidos nesta resposta são contraditórios, pois não há um consenso sobre isto na literatura.

Portanto, a maioria dos estudos mostra que as principais perdas dos fatores fisiológicos resultantes das adaptações ocorrem no período compreendido entre a segunda e a quarta semanas de destreinamento físico, podendo retornar próximo aos valores de pré-treinamento físico após alguns meses, devido às perdas cardiovasculares e músculo-esqueléticas ocasionadas pelo período de inatividade.

METODOLOGIA **Amostra**

Foram selecionados, de forma estratificada aleatória, segundo Thomas & Nelson (2002, p. 97), 26 pilotos militares do Centro de Instrução da Aviação do Exército Brasileiro (CIAvEx), todos voluntários, do gênero masculino, de acordo com o índice obtido no teste de corrida de 12 minutos, conforme a TABELA 1. O grupo 1, chamado de G1, apresentou um $\dot{V}O_{2\max} = 57,69 \pm 4,45 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{seg}^{-1}$, equivalente ao conceito "bem acima da média" estabelecido pelo Colégio Americano de Medicina do Esporte (2000, p.77), enquanto o grupo 2, chamado de G2, apresentou um $\dot{V}O_{2\max} = 46,58 \pm 4,45 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{seg}^{-1}$, classificado com o conceito "médio" segundo a referência.

TABELA 1 – Caracterização da Amostra (média +/- dp)

	Idade (anos)	VO ₂ max (ml.kg ⁻¹ .seg ⁻¹)	Estatura (cm)	MC (Kg)	F _c max (bat/min)	FCRep (bat/min)	RFC (bat/min)
G1	31,9 +/- 4,19	57,69 +/- 4,45	176 +/- 0,06	75,07 +/- 8,41	188,07 +/-4,19	67,79 +/- 6,63	120,29 +/- 6,63
G2	31,3 +/- 5,28	46,58 +/- 4,45	176 +/- 0,05	77,75 +/- 10,88	188,67 +/-5,28	69 +/- 6,95	119,67 +/- 8,68

Experimento

O tratamento experimental foi desenvolvido no período de duas semanas, no mês de fevereiro de 2003, durante o Estágio de Pilotagem Tática (EPT), na área de instrução da Marinha do Brasil, em São Pedro d'Aldeia, Estado do Rio de Janeiro.

Segundo o Manual de Pilotagem do Centro de Instrução de Aviação do Exército, Cap 2 (2003), o EPT tem para a Aviação o objetivo de complementar a formação do Piloto, habilitando-o a exercer a função de Piloto Tático, apto a ser empregado em condições de combate nos mais diversos ambientes operacionais. Ainda, objetiva desenvolver reflexos necessários à execução do vôo tático, diferente daquele utilizado na realização do vôo clássico, habituando-o a respeitar, em quaisquer circunstâncias, os parâmetros de velocidade e inclinações, não obstante a necessidade de executar manobras mais "agressivas", próximas do solo e em terreno diversificado.

Durante o vôo, os pilotos foram conectados aos eletrodos do BFB nos dedos indicador e médio da mão não-dominante, para o monitoramento da resposta galvânica da pele (EDR), bem como utilizaram o freqüencímetro com interface para computador, como indicadores de BFB psicofisiológicos.

Para o EDR, os fios estavam conectados em uma ponta aos eletrodos dos dedos e na outra ao aparelho portátil do Biofeedback (BFB), o qual ia sendo lido e anotado pelo pesquisador, que estava sentado atrás do piloto, nos períodos estabelecidos (3 em 3 minutos após "ligar motores") até o final da missão de vôo, que foi a mesma para todos os pilotos.

Como os índices coletados foram contínuos durante o vôo, optou-se por utilizar o teste t de Student para amostras independentes a fim de se comparar as médias inter-grupos.

RESULTADOS

Foi realizada a estatística descritiva para os dados antropométricos e para todos os dados das variáveis dependentes, cujos resultados encontram-se nas Tabelas 2 e 3 e nas Figuras 1, 2 e 3. Verificou-se que todos os resultados atenderam, então, as características de normalidade das curvas das distribuições estudadas e sua compatibilidade com a utilização de testes paramétricos. Os testes utilizados para isto foram o Kolmogorov-Smirnov e o Shapiro-Wilk.

TABELA 2 – Testes de Normalidade da FC e CCR_{rel} em vôo

	Tests of Normality					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
MEDFC	,163	9	,200*	,915	9	,393
MEDCCREL	,172	9	,200*	,963	9	,800

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

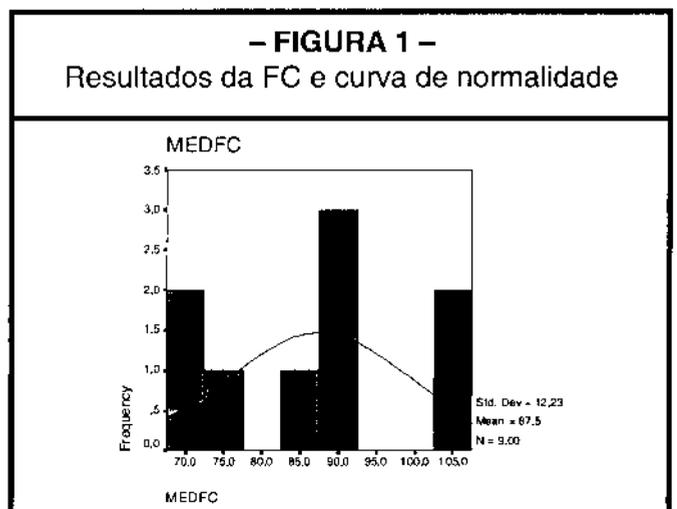
TABELA 3 – Testes de Normalidade do EDR em vôo

GRUPO	Tests of Normality ^b					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
MÉDIAS 1	,184	6	,200*	,888	6	,345
2	,309	4				

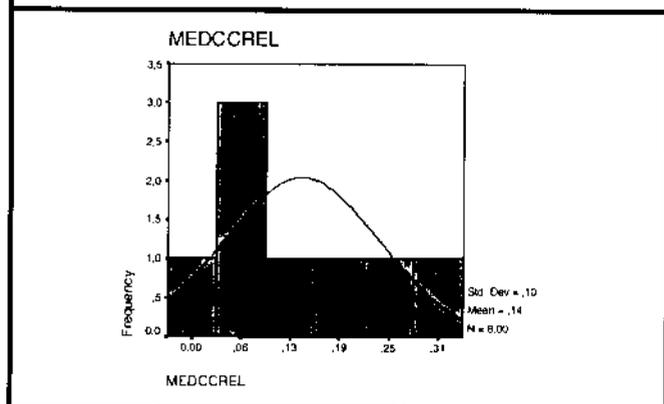
*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

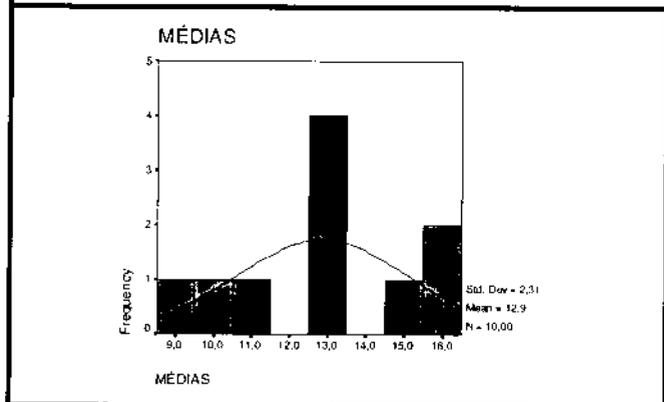
b. There are no valid cases for MÉDIAS. Statistics cannot be computed.



- FIGURA 2 -
Resultados do CCR_{rel}T e curva de normalidade



- FIGURA 3 -
Resultados do EDR e curva de normalidade



Resultados do Biofeedback (EDR) em vôo

A TABELA 3 e a FIGURA 4 apresentam os dados e o nível de significância ($\alpha = 0,05$), verificados no teste t de Student para amostras independentes, que comparou as diferenças inter-grupos G1XG2 no nível de condutância da pele (EDR) coletado em vôo nos pilotos.

Foi observado que G1 obteve uma média absoluta no nível de condutância da pele (BFB-EDR) menor do que G2, 11,9150 +/- 2,7608 contra 13,6600 +/- 1,7931, onde $p=0,075$ indica que não houve diferença estatística significativa para $\alpha = 0,05$ entre as médias dos dois grupos.

Tabela 3 - Teste T para amostras independentes entre as médias G1x G2 – EDR Vôo

	Média	DP	EP	Gl	P
G1	11,9150	2,7608	1,1271		
G2	13,6600	1,7931	0,8966	8	0,075

DP (Desvio Padrão); EP (Erro Padrão da média); Gl (Grau de liberdade); p (significância)

* significativo para $p \alpha = 0,05$

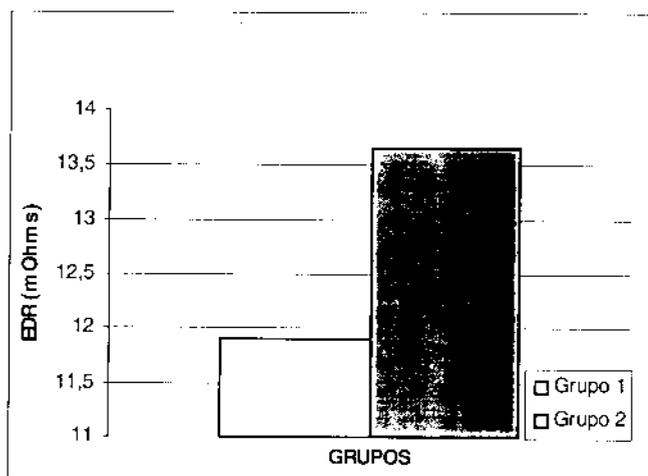


FIGURA 4 – Distribuição das Médias dos G1 X G2 no EDR coletado em vôo.

Resultados da FC em vôo

A Tabela 4 apresenta os dados estatísticos do teste t de Student para amostras independentes, G1XG2, registrados em vôo nos pilotos, para a valência Frequência Cardíaca e, por conseguinte, no Custo Cardíaco Relativo de Trabalho (CCR_{rel}T).

Foi observado que G1 obteve uma média absoluta no índice da FC (BFB-FC) menor do que G2, 86,5175 +/- 14,8058 contra 88,3180 +/- 11,5202 e, para o CCR_{rel}T, onde as diferenças são maximizadas, 0,1605 em G1 contra 0,2320, em G2, onde $p=0,031$ indica que houve diferença estatística significativa para $\alpha = 0,05$ entre as médias dos 2 grupos.

TABELA 4 – Teste t para amostras independentes entre as médias G1XG2 – FC E CCRelT

		Média	DP	EP	GI	p
FC	G1	86,5175	14,8058	7,4029	7	0,843
	G2	88,3180	11,5202	5,1520		
CCRelT	G1	0,1605	0,0425	0,0213	7	0,031*
	G2	0,2320	0,0370	0,0165		

DP (Desvio Padrão); EP (Erro Padrão da média); GI (Grau de liberdade); p (significância) significativa para $p = 0,05$

DISCUSSÃO

Embora na análise estatística (teste t independente) não tenha sido encontrada diferença estatística significativa ($p=0,075$), na comparação entre as médias BFB-EDR vôo G1XG2, o G2 apresentou uma média absoluta maior do que G1, indicando uma maior disfunção neuro-hormonal quando submetido ao estresse de vôo.

A elevação do nível de estresse observada em ambos os grupos durante o vôo pode ser considerada como positiva em determinadas circunstâncias, o que é conhecido na literatura como "eustress", diferentemente do "distress", estresse negativo, definido por Rodinov (1990), Seyle e Humphrey apud Cox (1994), que é prejudicial à performance.

O "eustress" se caracteriza por uma maior ativação do sistema límbico, responsável pelo circuito emocional do cérebro, descrito na Teoria de Papez (1937), que sugere que as emoções têm um forte componente cognitivo e mimetizam todos os efeitos da estimulação simpática do organismo, resultando em um aumento do metabolismo e maior liberação dos estoques de energia, preparando o corpo para as situações de fuga ou luta (Brandão, 1995, p.129).

O indivíduo treinado na técnica do Biofeedback passa a controlar estas funções vegetativas, mantendo o autocontrole em situações estressantes, ativando-as e desativando-as de acordo com as circunstâncias (Zaichowsky e Fuchs, 1999).

Quanto à resposta da FC, o Custo Cardíaco Relativo de Trabalho (CCRelT) apontou uma diferença estatística significativa ($p=0,031$) entre os grupos, sugerindo uma maior reatividade cardíaca ao estresse e um maior desgaste metabólico, com

uma resposta antecipatória à fadiga no G2, corroborando outros estudos (Spalding et al., 2000 e Boutcher et al., 2001).

Verificou-se, então, que o trabalho realizado na atividade de vôo tem como principal fonte de energia o metabolismo aeróbico, tendo em vista que o percentual da FCmax individual predominante foi na faixa de solicitações inferiores a 59% da FCmax, sugerindo, segundo Åstrand e Rodnal (1980, p.415) e McArdle et al. (1991, p.435), um custo energético médio inferior a 40% VO_{2max} individual.

CONCLUSÃO

Em vista dos resultados apresentados, chegou-se às seguintes conclusões:

==> Para complementar o treinamento físico praticado por estes militares, sugere-se o uso de um treinamento psicofisiológico, por exemplo o Biofeedback, que permite ao indivíduo tomar consciência e controlar voluntariamente algumas funções fisiológicas autônomas, como a pressão arterial, a frequência cardíaca, o fluxo circulatório e outras respostas orgânicas vinculadas ao domínio do sistema nervoso autônomo, que, por conseguinte, facilitarão o autocontrole emocional durante o vôo (Rossi, 1994, p.102).

==> Os pilotos de helicópteros, pela especificidade da missão de vôo que executam, deveriam aprender a utilizar, conscientemente, a ativação e a desativação, bem como o autocontrole emocional em situações emergenciais que requeiram maior atenção e concentração;

==> Sugere-se a inclusão de uma avaliação psicofisiológica contínua ao longo da carreira dos pilotos de helicópteros, com um quadro de desempenho que avalie as condições por níveis e que indique o perfil desejado, não comprometendo a atividade aérea.

Deste modo, torna-se evidente que um elevado padrão de desempenho físico aeróbico pode exercer um efeito positivo no comportamento psicofisiológico dos pilotos de helicópteros e que a manutenção deste padrão em patamares superiores, através da realização de um adequado treinamento físico e psicofisiológico poderá vir a otimizar suas performances na atividade aérea.

Endereço para correspondência:
e-mail: prribas@uol.com.br
Av. João Luiz Alves - S/Nr

Fortaleza de São João - Urca - Rio de Janeiro - RJ
CEP: 22.291-090

REFERÊNCIAS

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins. 6ª Ed., 2000.
- ASTRAND, P. O. & RODHAL, K. *Tratado de Fisiologia do Exercício*. Rio de Janeiro: Guanabara, 1980.
- CONVERTINO, V.A. *Cardiovascular consequences of bed rest: effect on maximal oxygen uptake*. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.29, n2, p.191-3, 1997.
- COYLE, E.F. *Destreinamento e retenção das adaptações induzidas pelo treinamento*. In: AMERICAN COLLEGE OF SPORT MEDICINE. *Prova de esforço e prescrição de exercício*. Rio de Janeiro, Revinter, cap.12, p.80-6, 1994.
- CRATTY, B. J. *Psicologia do esporte*. Rio de Janeiro : Prentice-Hall do Brasil, 1984.
- CREWS, D.J. *Self-regulation strategies in sport and exercise*. In: Singer, R.N; Murphey, M.; Tennant, L.K. *Handbook of research on sport psychology*. New York: Macmillan Publishin compay, 1993.
- FOX, E. L. & MATHEWS, D. K. *Bases Fisiológicas da Educação Física e dos Desportos*. Rio de Janeiro, Interamericana, 1984.
- GARDNER, H. *Estruturas da mente. A teoria das inteligências múltiplas*. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda, 1994.
- GRANDJEAN, E. *Manual de Ergonomia*. Trad. João Pedro Stein. – Porto Alegre: Bookman, 1998.
- MOREIRA, S.B. *O comportamento do ritmo cardíaco nos vôos de caça*. Tese de Livre docência. UGF, 1992.
- RIBEIRO, L. C. S. *Efeito do Nível de Ansiedade nas Respostas Psicofisiológicas ao Estresse em Atletas de Alto-nível*. Tese de Livre-Docência, Rio de Janeiro, Universidade Gama Filho, 1993.
- SAMULSKI, D. *Psicologia do esporte*. Belo Horizonte, UFMG, 2002.
- SAMULSKI, D. *Psicologia do Esporte: Teoria e aplicação prática*. Belo Horizonte, Imprensa Universitária - UFMG, 1995.
- SCHWARTZ, M. S. *Biofeedback: A Practioner's Guide*. Austria, 1999.
- SPALDING, T.W.; JEFERS, L.S.; PORGES. S.W.; HATFIELD, B.D. *Vagal and cardiac reactivity to psychological stressors in trained and untrained men*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2000.
- ZAICHKOWSKI, L.D. & FUCHS, C.Z. *Biofeedback applications in exercise and athletic performance*. In: PANDOLF, K. *Exercise and sport sciense reviews*. New York, 1988.
-