ALTERAÇÕES CRONOTRÓPICAS, INOTRÓPICAS E LACTACIDÊMICAS EM INDIVÍDUOS ATIVOS SUBMETIDOS AO TESTE DE VO_2 MÁXIMO EM AMBIENTES DISTINTOS

Caroline Bastos[1,2]; Luis Claudio Melo[2]; Janine Monteiro[1,2]; Isis Gomes[2];
Marcia Borges de Albergaria[2]

[1]Graduação em Educação Física -Universidade Estácio de Sá; [2]LAFIEX – Campus Akxe.

RESUMO

A busca de referências que correlacionem os resultados das avaliações realizadas no meio terrestre com as feitas no meio líquido, principalmente do VO_2 máximo, vem crescendo pela necessidade principalmente gerada pelos praticantes de modalidades como triatlon, Ironman etc. Mas, os envolvidos com a prática da natação não devem ser excluídos, pois, via de regra se envolvem com avaliações que fogem dos seus objetivos. Este fato acaba culminando com a desmotivação e (ou) abandono da atividade. O foco principal da procura no presente estudo é a máxima capacidade aeróbica, ou seja, o VO_2 máximo nos teste de Cooper na água e na terra. O objetivo deste estudo foi identificar as variações no VO2 de três sujeitos do gênero masculino, com idade média de 22,33 ± 0,58 anos, em dois ambientes distintos, o meio aquático e o terrestre. Para análise dos mesmos foi utilizado o teste de Cooper na piscina e na pista e para correlação das variáveis e validação dos mesmos utilizou-se o teste de Bruce realizado em laboratório. A estatística utilizada foi descritiva e inferencial. Observou-se durante o estudo que não houve diferença significativa entre as variáveis de FC e LS quando comparamos os resultados dos testes de Bruce e dos de Cooper realizado na pista. Entretanto, entre os resultados provenientes dos dois testes de Cooper tanto no realizado na pista quanto o na piscina houve diferença significativa entre as médias da FC e do LS no quinto minuto pós-exercício.

Palavras chaves: Crotropismo, Inotropismo, $VO_{2\ Máx.}$, Testes de Cooper.

INTRODUÇÃO

A busca incessante de resultados provenientes de avaliações tanto Laboratoriais quanto de campo com intuito de nortear o treinamento de atletas e o aperfeiçoamento dos praticantes vem, ao longo dos últimos 20 anos, gerando inúmeras controvérsias no que tange o melhor tipo de avaliação e a metodologia mais apropriada para cada desporto buscando manter o sistema de medidas o mais próximo da realidade de cada atividade.

Entretanto, pela impossibilidade muitas vezes econômica, outras de caráter cultural, observa-se que se continua utilizando testagens no meio terrestre para praticantes de atividades aquáticas e vice-versa.

A busca de referências que correlacionem os resultados das avaliações realizadas no meio terrestre com as feitas no meio líquido, principalmente do VO_2 máximo, vem crescendo pela necessidade principalmente gerada pelos praticantes de modalidades como triatlon, Ironman etc. Mas, os envolvidos com a prática da natação não devem ser excluídos, pois, via de regra, se envolvem com avaliações que fogem dos seus objetivos. Este fato acaba culminando com a desmotivação e (ou) abandono da atividade.

O foco principal da procura no presente estudo é a máxima capacidade aeróbica, ou seja, o VO_2 máximo nos teste de Cooper na água e na terra. Por definição é o maior volume de oxigênio que um indivíduo pode extrair do ar inspirado, absorver em nível alveolar e transportar aos tecidos, durante uma atividade máxima, na unidade de tempo (HESPANHA, 2004).

Partindo desta definição, conclui-se que para a obtenção de valores altos no consumo de oxigênio faz-se necessário integração harmoniosa dos sistemas cardiovascular, respiratório e muscular.

Um indivíduo submetido a uma avaliação aeróbica máxima precisa ter à disposição da musculatura quantidade suficiente de O_2 além dos combustíveis alimentares. Para tanto o sistema cardiovascular deve suprir estas necessidades carreando estes elementos. Conseqüentemente uma das formas indiretas de mapearmos o fluxo carreador de O_2 é mediante o acompanhamento da FC.

No entanto, quando a oferta de oxigênio não é igual a demanda as demais fontes energéticas completam o suprimento de energia. Fato que ocorre no Limiar Anaeróbico (WASSERMAN, 2005).

Neste extrato temporal além de se verificar maiores níveis de lactato sanguíneo (LS) a freqüência cardíaca (FC) deixa de ter aumentos lineares com a carga de trabalho.

Para facilitar a tarefa dos treinadores e praticantes, se soubermos as relações entre os mesmos testes só que realizados nos dois tipos de meio, terrestre e aquático, poder-se-ia identificar os níveis de FC relativos à lactacidemia limiar e a faixa alvo de oscilação glicêmica determinantes e próximas do VO_2 máximo identificado de forma direta.

OBJETIVO

Para tanto objetiva-se com este estudo analisar o comportamento da freqüência cardíaca, da pressão arterial (PA) e lactacidemia de indivíduos ativos submetidos ao teste de VO_2 máximo em dois ambientes distintos e correlacionar os resultados tendo como padrão de referência teste máximo laboratorial.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo se caracterizou por ser do tipo descritivo comparativo tendo como sujeitos voluntários 3 homens ativos, porém, não atletas nem praticantes assíduos das duas modalidades estudadas (corrida e natação). Os sujeitos possuíam média de idade 22,33 ± 0,58 anos e eram aparentemente saudáveis (ACSM, 2003). Também se fez necessário à utilização do PAR-Q, de uma anamnese e do questionário de risco. Depois de respondidos e nenhum fator de repouso indicador de limitação ao esforço detectado iniciou-se a fase de coleta. No primeiro momento para que se pudesse caracterizar a amostra utilizou-se a avaliação antropométrica composta de mensuração da massa corporal, estatura total e composição corporal através do cálculo da densidade corporal mediante protocolo de Pollock 7 dobras e equação de Siri para cálculo do % de gordura. Como materiais para avaliação antropométrica foi utilizado: compasso científico da marca Cescorf®, para massa corporal utilizou-se balança mecânica da marca Filizola®; para estatura, estadiômetro científico da marca Sanny®®. Como instrumento da avaliação da capacidade aeróbica na piscina foi utilizado o teste de Cooper 12 minutos, (Adaptado por Kiss, 2003) e na pista, o teste de 12 minutos do mesmo autor. Antes da realização dos testes os sujeitos foram submetidos à avaliação ergométrica onde foi utilizado como protocolo o teste de Bruce na esteira (realizado no Laboratório de Fisiologia do Exercício, Medidas e Avaliação_ Campus Akxe). A avaliação laboratorial se fez necessária para identificação dos valores do consumo de oxigênio que nortearam o ponto de corte para identificar os estratos temporais onde seriam coletados os dados funcionais, objeto do presente estudo, para os demais testes e, como mecanismo de identificação de prováveis fatores que pudessem colocar em risco a saúde dos participantes. Todos os testes realizados foram testes máximos. Foram mensuradas antes do início do teste e imediatamente após o término dos testes de Cooper e no de Bruce, as variáveis de freqüência cardíaca, pressão arterial e lactato sanguíneo, sendo que este último também foi monitorado durante a recuperação.

Para os testes utilizou-se um freqüencímetro da marca Polar® modelo S610, para pressão arterial um esfigmomanômetro analógico da marca Tycos® e estetoscópio da marca Marshall®, para o lactato foi utilizado lancetas e lancetadores, algodão e álcool e as respectivas tiras BM-Lactate e o lactimetro Accutrend da marca Roche®. O teste de Bruce foi feito em dias alternados, porém, no horário da tarde para todos os indivíduos. Estes foram avisados, com antecedência a não praticar nenhuma atividade física no dia dos testes e, como todos tinham o seu cotidiano semelhante, saiam do seu horário de aula da Universidade, almoçavam no mesmo local 3 horas antes dos testes o que, provavelmente minimizou-se desta forma a interferência de fatores externos. Os testes de Cooper, tanto na piscina quanto na pista, foram feitos estando os três sujeitos juntos, sendo no mesmo horário para todos (tarde).

O teste de Cooper na pista foi feito dois dias antes do na piscina e a ordem de coleta de dados foi a seguinte: aferição da pressão arterial em repouso, freqüência cardíaca e lactato. Os indivíduos permaneceram em repouso durante 15 minutos antes das aferições dos parâmetros em repouso. Em seguida começaram a correr e foram acompanhados pelos avaliadores durante todo o percurso. Os avaliados eram notificados de quanto tempo faltava a cada 500 metros que passavam. Ao final do

percurso dos doze minutos de corrida aferiu-se imediatamente a pressão arterial, a freqüência cardíaca e o lactato, sendo este último mensurado também no quinto minuto de pós-teste. A temperatura ambiente média no dia do teste de Cooper na pista, era de 28,5 graus Celsius e a umidade relativa do ar era de 75%.

O teste de Cooper realizado na piscina seguiu os mesmos procedimentos que antecederam o teste realizado na pista. A temperatura média no dia estava em torno de 29,5 graus, a umidade relativa do ar 68% e a temperatura da água era de 26 graus. Este estudo pode ter sofrido interferências de alguns fatores não controláveis, como: tempo de sono, alimentação, temperatura do dia, habilidade específica para realizar o gesto específico, etc. Os testes foram realizados requisitando aos voluntários que realizassem todos os testes com esforço máximo que pudessem. Também não foi exigido, no caso do teste realizado na piscina, nenhum tipo de nado que não fosse o nado crawl. O presente estudo observou as técnicas da Estatística Descritiva para caracterizar a amostra observada, segundo os parâmetros de média e desvio-padrão, uma vez que as variáveis experimentais (idade, FC, PA e Lactato Sanguíneo) são de conteúdo paramétrico. A segunda parte da análise estatística consistiu na aplicação dos testes correlacionais – Estatística Inferencial – no sentido de verificarmos e testarmos as relações entre as variáveis do estudo. Para tanto utilizou-se o teste paramétrico T de Student para verificar a existência ou não de diferença significativa entre as médias das variáveis analisadas nos diferentes estratos temporais.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

O estudo se ateve avaliar o consumo de oxigênio mensurado indiretamente em esteira (no ambiente de laboratório), em pista (teste de Cooper) e na piscina (teste de Cooper adaptado); as alterações das variáveis fisiológicas: FC, PA e LS em cada estrato temporal (repouso, teste e recuperação) para consecução do objeto de estudo que foi analisar o quanto cada teste é fidedigno e válido para o que se propõe.

Tabela A: Média e desvio-padrão referentes à FC dos sujeitos aferidas antes e depois do teste de Bruce, Cooper terra e Cooper água

Figura A: Média e desvio-padrão das FC dos sujeitos aferidas antes e depois dos testes de Bruce Cooper terra e Cooper piscina.

	Bruce	Cooper Terra	Cooper Água	
Antes	62,66 ± 2,08	88,33 ± 22,50	61,33 ± 7,09	
Depois	193,66 ± 2,08	194 ± 12,49	165,33 ± 11,55	*

Legenda **- *** = existe diferença significativa para p<0,05.

Em relação às alterações da FC dos sujeitos no teste de esteira pode-se observar, como ilustrado na figura A, que a FC antes do teste aproximou-se dos valores de repouso posteriormente observa-se uma elevação até o final do teste.

Posso dizer que houve diferença significativa entre os valores médios da FC máxima em relação aos testes de Cooper terra e Cooper piscina.

Em relação às alterações da FC dos sujeitos no teste de Cooper Terra pode-se observar, como ilustrado na figura A, que a FC antes do teste aproximou-se dos valores de repouso posteriormente observa-se uma elevação até o final do teste.

Em relação às alterações da FC dos sujeitos no teste de Cooper na piscina pode-se observar que a FC antes do teste aproximou-se dos valores de repouso posteriormente elevou-se, mas ao término, a média se mostrou mais baixa do que nos outros testes.

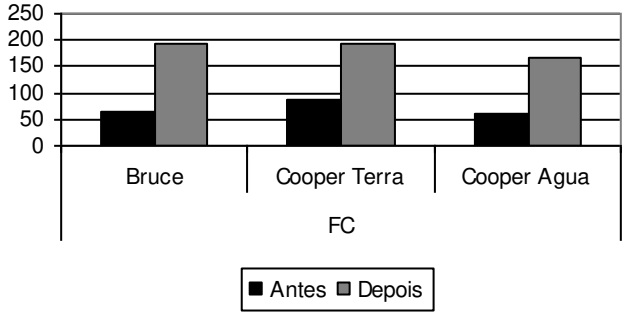
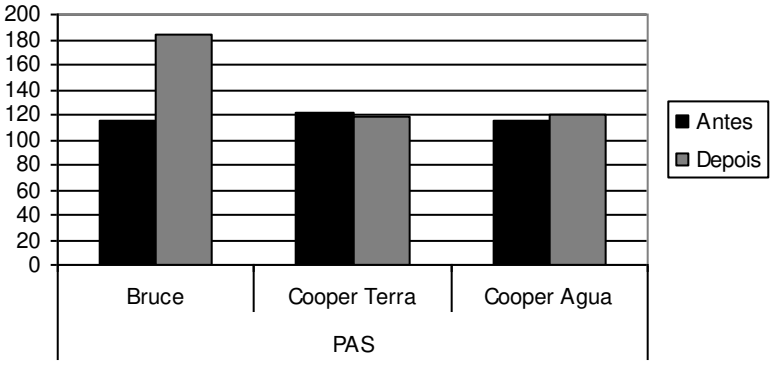


Tabela B: Média e desvio-padrão referente a PAS dos sujeitos aferida antes e depois dos testes de Bruce, Cooper terra e Cooper água.

	PAS			
	Bruce	Cooper Terra	Cooper Água	
Antes	114,66± 13,32	121,33± 8,33	116± 7,55	
Depois	183,33± 20,82	119± 31,75	120,66± 21,73	*

Legenda **- *** = existe diferença significativa para p<0,05.

Figura B: Referente a PAS dos sujeitos aferida antes e depois dos testes de Bruce, Cooper terra e Cooper água.



Em relação às alterações da PAS dos sujeitos no teste de esteira pode-se observar que partiu de um padrão considerado normal e foi aumentando gradativamente conforme o esforço exigido pelo teste, chegando assim, em níveis elevados ao final do mesmo.

Entretanto houve diferença significativa entre os valores médios das PA sistólicas máximas mensuradas ao Final do teste de Bruce e do Teste de Cooper na pista (sendo no teste laboratorial, maiores valores).

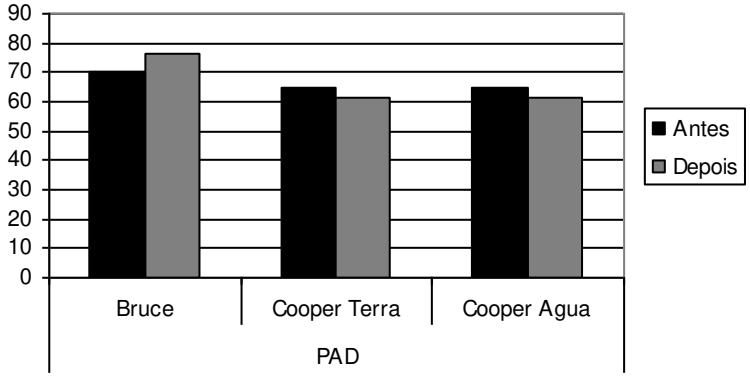
Em relação às alterações da PAS dos sujeitos no teste de Cooper Terra pode-se observar que houve uma pequena redução, segundo a figura B.

Em relação a PAS dos sujeitos no teste de Cooper na piscina pode-se observar que quando comparada ao de terra, partiu de um nível um pouco mais baixo e terminou com aumento menor.

Tabela C: Média e desvio-padrão referentes a PAD dos sujeitos aferida antes e depois dos testes de Bruce, Cooper terra e Cooper água.

	Bruce	Cooper Terra	Cooper Água
Antes	70± 9,17	64,66± 5,69	64,66± 5,69
Depois	76,66± 5,77	61,33± 25,81	58 ± 7,55

Figura C: Média e desvio-padrão referentes a PAD dos sujeitos aferida antes e depois dos testes de Bruce, Cooper terra e Cooper água.



Em relação às alterações da PAD dos sujeitos no teste de esteira pode-se observar que partindo do pré-teste houve, segundo a figura C, uma elevação ao final do teste.

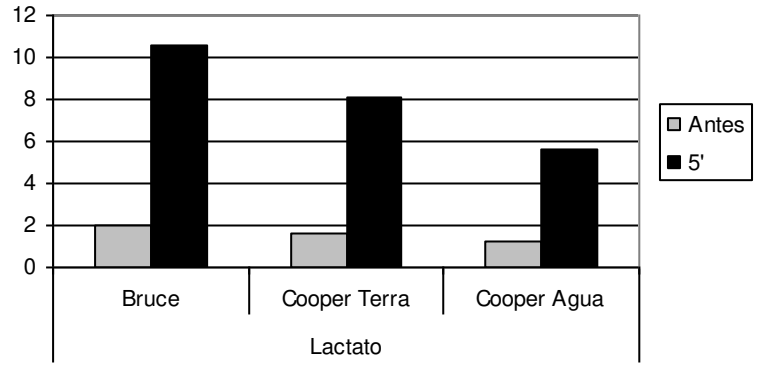
Em relação às alterações da PAD dos sujeitos no teste de Cooper Terra pode-se observar que a mesma teve uma pequena redução quando comparada ao nível de pré-teste.

Em relação às alterações da PAD dos sujeitos no teste de Cooper na piscina pode-se observar que foi praticamente igual ao da terra, tendo assim, uma pequena redução ao seu final.

Tabela D: Média e desvio-padrão referentes ao LS coletado antes e cinco minutos após o teste de Bruce, Cooper terra e Cooper água.

	Bruce	Cooper Terra	Cooper Água
Antes	2,03± 0,38	1,6± 0,35	1,26± 0,29
5'	10,56± 2,58	8,1± 0,40	5,6± 0,53

Figura D: Média e desvio-padrão referentes ao LS coletado antes e cinco minutos após os testes de Bruce, Cooper terra e Cooper água.



Legenda **- *** = existe diferença significativa para p<0,05.

Houve diferença significativa relacionado aos valores de lactato entre os testes de Cooper terra e Cooper água.

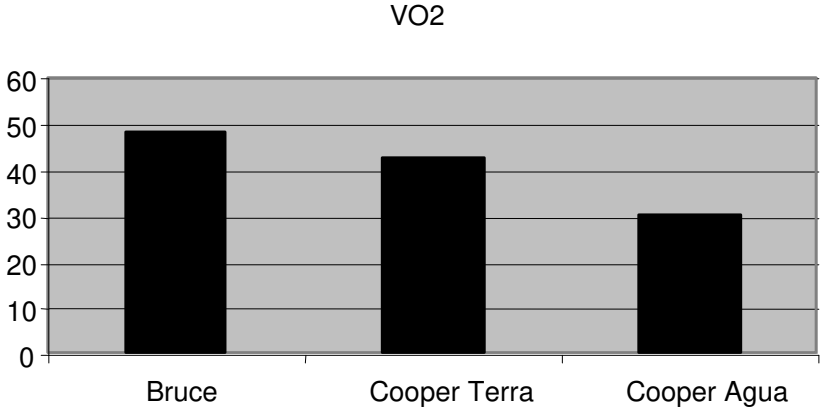
Em relação às alterações do LS dos sujeitos no teste de esteira pode-se observar que os níveis de repouso foram considerados normais dentro dos padrões de repouso (até 2 µmols), tendo uma brusca elevação mensurada no 5º minuto pós-teste, como ilustrado na figura D. Em relação às alterações do LS dos sujeitos no teste de Cooper Terra pode-se observar que quando comparado ao teste de esteira teve um aumento um pouco menor, contudo, também foi um aumento considerável.

Em relação às alterações do LS dos sujeitos no teste de Cooper na piscina pode-se observar que partindo dos níveis de repouso teve o aumento menos significativo quando comparado aos outros dois testes.

Tabela E: Média e desvio-padrão referentes ao VO2 máximo dos sujeitos nos testes de Bruce, Cooper terra e Cooper água.

	Bruce	Cooper Terra	Cooper Água
VO2	48,51 ± 5,13	42,5 ± 0,93	30,51 ± 1,69

Figura E: Média e desvio-padrão referentes ao VO2 máximo nos teste de Bruce, Cooper terra e Cooper água.



Em relação ao VO_2 máximo, calculado de maneira indireta, comparando os três testes, observou-se que o obtido no de esteira foi mais alto, seguido pelo calculado pelo Cooper de terra e por ultimo o VO_2 calculado indiretamente pela distância na piscina.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados apresentados anteriormente demonstraram para FC que durante o teste de Cooper na piscina apresentou FC menor em relação ao teste em esteira e ao teste de Cooper em pista, isto pode ter ocorrido pela maior facilitação do retorno venoso proporcionado pela água que faz com que a FC em ambiente aquático se mostre menor em relação à FC em terra. Este resultado vai ao encontro dos estudos realizados por Kruel (2002).

Com relação a PAS e PAD pode-se observar que as mesmas tiveram uma pequena redução ao final dos testes de Cooper na terra e na piscina, isto ocorreu provavelmente devido a um erro do material utilizado, que foi digital, sendo que os valores deveriam ter aumentado já que segundo Cruz (2005), Melo (2005) e Cordeiro (2005) a pressão arterial principalmente a Sistólica aumenta com o passar da atividade e em ambientes carregados emocionalmente, já a Diastólica dependendo do exercício pode cair, principalmente em atividades realizadas no meio líquido, onde a resistência vascular periférica é menor.

Sobre o LS comparando o teste de Bruce com o de Cooper terra, observou-se que a concentração do mesmo foi menor, isto ocorreu provavelmente devido a fatores externos como temperatura, característica do solo, umidade do ar, vento, etc. Comparando os dois testes de Cooper (piscina e terra) pode-se observar que a concentração de lactato na água foi bem menor devido provavelmente, à falta de treinamento específico dos sujeitos no meio líquido. O fato de terem alcançado níveis mais elevados de FC no meio aéreo, pode revelar que estes, neste teste, se aproximaram mais das suas capacidades aeróbicas máximas ou atingiram valores metabólicos que perpassam maior proximidade com o limiar anaeróbio, fazendo assim, elevar os valores de lactato. Os resultados do presente estudo são similares aos resultados dos realizados por Frangolias (1994 apud CAROMANO 2003), onde comparou as respostas de lactato sangüíneo durante a imersão e corrida em esteira, a uma intensidade igual ao limiar ventilatório. Nos 14 minutos iniciais de exercício do estudo citado, as respostas de lactato foram similares. Entre os minutos 21 e 42 o lactato sangüíneo diminuiu mais no exercício na água (25%) que em terra (12%).

Referente ao VO2 máximo nos testes realizados observou-se que no teste de Bruce o resultado médio foi maior, seguido do de Cooper na terra e por ultimo Cooper na piscina. Isto ocorreu devido ao mesmo fato citado anteriormente: o de Cooper em terra pode ter sofrido interferências da temperatura, vento, umidade do ar, ou seja, de fatores externos, fatores que em testes laboratoriais são controlados. Os resultados médios das análises das variáveis fisiológicas provenientes do teste de Cooper na piscina podem ser explicados se analisarmos o princípio do treinamento desportivo referente a especificidade do exercício. Este fundamento pode referenciar os menores valores, principalmente se na contextualização da avaliação o estudo for mais global considerando que provavelmente os sujeitos não fizeram o teste na piscina procurando realizar o seu potencial máximo.

CONCLUSÃO

Observou-se durante o estudo que não há diferença significativa entre as variáveis de FC e LS quando comparamos os resultados dos testes de Bruce e dos de Cooper realizado na pista. Entretanto, entre os resultados provenientes dos dois testes de Cooper tanto no realizado na pista quanto o na piscina houve diferença significativa para os valores das médias da FC e do LS no quinto minuto pós exercício.

A probabilidade de termos tido estas respostas deve ter sido em decorrência do melhor retorno venoso, conseqüentemente, maior volume de ejeção e menor FC. Já na realização dos testes em pista apesar da menor resistência do ar do que a oferecida pela água, a pressão hidrostática favorece as respostas hemodinâmicas. Quanto ao lactato o fato da não especificidade dos voluntários pode ter interferido de forma que não tenham chegado ao seu máximo durante o esforço no meio líquido. As comparações com os resultados provenientes do teste de Bruce, mesmo levando em consideração o Cooper de pista as variações médias não se apresentaram significativas.

Cabe ilustrar a necessidade de mais estudos sobre as diferenças não encontradas para que se possa fundamentar de maneira mais científica as variáveis que norteiam o treinamento principalmente quando o referencial for esportivo principalmente o triatlon.

REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição.** 6. ed. Rio de Janeiro: ABPDEA, 2003.

ASTRAND, Per-Olof, **Text Book Of Work Physiology, Physiological Bases Of Exercise,** 4ª ed. Ed. Human Kinetics. 2003.

CAROMANO, Fátima, *et al* **Efeitos fisiológicos da imersão e do exercício na água**. Revista Fisioterapia Brasil - ano 4 - nº 1 - jan/2003

CORDEIRO, Célio, MELO, Luis, ALBERGARIA, Marcia. **Respostas Cronotrópicas e Inotrópicas Antes e Após a Apresentação de Monografia.** XXVIII Simpósio Internacional de Ciências do Esporte; São Paulo; 2005

CRUZ, Marcela, ALBERGARIA, Marcia. **Comportamento da Freqüência Cardíaca, Pressão Arterial e Duplo Produto em Aula de Ginástica Localizada.** XXVIII Simpósio Internacional de Ciências do Esporte; São Paulo; 2005

HESPANHA, Raimundo. **Medida e Avaliação Para o Esporte e a Saúde.**1ª ed. Rio de Janeiro; Ed. Rubio. 2005

KISS, Maria A. P. Dal Molin. **Esporte e Exercício, Avaliação e Prescrição.** 1ª ed. São Paulo; Ed. Roca. 2003

KRUEL, L.F.M. et al. **Frequência cardíaca durante imersão no meio aquático.** Fit. & Perform. J. v.1, n.6, p.46-52, 2002.

MELO, Luis C., ALBERGARIA, Marcia. **Alterações da Freqüência Cardíaca e Pressão Arterial – Num Teste Maximo de Esteira Rolante, Realizado Por Alunos Universitários**. 10ª Jornada de Educacion Física del Mercosur;Jesus Maria, Córdoba, Argentina; 2005

QUEIROGA, Marcos R.**Testes e Medidas Para Avaliação da Aptidão Física Relacionada à Saúde em Adultos.** 1ª ed. Rio de Janeiro; Ed. Guanabara Koogan 2005

WEINECK, Jurgen. **Atividade Física e Esporte para Que?,** 1ª ed. Rio de janeiro; Ed. Manole, 2003.

WILMORE, Jack H.; COSTILL, David L. **Fisiologia do esporte e do exercício**, 2ª. ed. Rio de janeiro; Ed. Manole, 2001

WASSERMAN, K; HANSEN, J.E; SUE et al. **Prova de esforço - princípios e pratica**.3ª. ed. Rio de Janeiro; Ed. Revinter, 2003.