

### LIMIAR DE FREQUÊNCIA CARDÍACA OBTIDOS EM TESTES PROGRESSIVOS: TESTE DE CARMINATTI E YO-YO INTERMITTENT RECOVERY TEST

Leila Poggetto Moreira<sup>1</sup>  
Maurício Borges de Oliveira<sup>2</sup>

#### RESUMO

No exercício físico ocorrem alterações complexas nos processos biológicos ocasionando importantes ajustes fisiológicos, entretanto torna-se importante mensurar e avaliar para compreensão dos mecanismos envolvidos em determinados processos. Avaliar os limiares de frequência cardíaca no teste de Carminatti (Tcar) e Yo-Yo intermittent test nível 1 (Yo-Yo IRT1) através da determinação das variáveis associadas ao ponto de deflexão da frequência cardíaca foi o objetivo do presente estudo. Avaliaram-se 13 jovens do sexo masculino, 22,30±3,0 anos, estudantes de Educação Física da Universidade do Vale do Sapucaí. Na primeira etapa da coleta de dados verificou-se a composição corporal (altura, peso e percentual de gordura). Na segunda etapa realizou-se o Yo-Yo IRT1 e posteriormente o teste de Tcar. Para análise estatística utilizou-se o pacote estatístico BioEstat 5.0 aplicando a Anova One Way seguida do teste “t” de Student considerando  $p \leq 0,05$ . Os resultados indicam diferença estatisticamente significativa tanto para a velocidade de limiar quanto para o limiar de frequência cardíaca. Os respaldos científicos citados ao longo do trabalho indicam que muitos são os fatores que necessitam ser levados em conta para estimar o limiar anaeróbio durante o teste de Tcar e Yo-Yo IRT1, entretanto o emprego de metodologias alternativas tem-se mostrado de um modo adequado para suprir a impossibilidade de análise direta. Conclui-se que o limiar anaeróbio pode ser estimado de acordo com a velocidade e frequência cardíaca de limiar. Porém, as variáveis não devem ser comparadas nos testes de Tcar e Yo-Yo IRT1, mesmo que aparentemente as metodologias dos testes sejam semelhantes, as respostas serão distintas.

**Palavras-chave:** Testes de Campo. Índices Fisiológicos. Prescrição do Exercício.

1-Pós-graduada em Fisiologia do Exercício: Prescrição do Exercício pela UGF, Campinas, São Paulo, Brasil.

2-Laboratório de Avaliação da Performance Humana-LAFIPE, Univás; Doutor em Ciências da Cultura Física-UCCFD “Manuel Fajardo”, Havana, Cuba.

#### ABSTRACT

Heart frequency obtained through carminatti test and yo-yo intermittent recovery test

During the physical exercise many complex changes happen in the biological process, bringing on important physiological improves. Thus, the research development in the sporting environment has been offered, each day plus, scientific support to the total evolution in this scope. Therefore, the mensuration and evaluations become important to understand the mechanisms involved in such process. This study had the intention to evaluate the cardiac frequency in response to intermittent progressive tests, T-car and Yo-Yo IRT1, through the determination of the variables associated with the deflection point of the cardiac frequency throughout the variables determination associated to the deflection point at the cardiac frequency. Took part of this study 13 male young students of Vale do Sapucaí University Physical Education course. The students' average age was 22,30 ± 3,0. At the data collection first step, the body composition (height, weight and fat percentage) was verified. At the second step, the Yo-Yo IRT1 test was performed and then the Tcar test. The statistical pack BioEstat 5.0 – Anova One Way - was used for statistical analysis, considering  $p \leq 0,05$ . The results imply statistically significant difference both to the velocity threshold and to the cardiac frequency threshold. The scientific support mentioned in the work indicates that many are the factors that need to be considered to estimate the anaerobic threshold during the Yo-Yo IRT1 and Tcar tests. However, the usage of alternative methodologies has been shown itself as a proper way to supply the direct analysis impossibility. It is concluded that the anaerobic threshold can be estimated based on the cardiac velocity and frequency threshold. However, the variables should not be compared to the Tcar and Yo-Yo IRT1 tests. The test methodologies can be similar, but the answers will be different.

**Key words:** Field Tests. Physiological Indices. Exercise Prescription.

E-mail:  
lpoggetto@yahoo.com.br  
mauriciocambuquira@yahoo.com.br

## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da pesquisa no meio esportivo tem fornecido cada vez mais suporte científico para a criação e divulgação do conhecimento nas áreas beneficiadas pela prática do exercício físico regular, portanto torna-se importante a mensuração de variáveis fisiológicas para compreensão dos mecanismos envolvidos nos processos metabólicos associados ao movimento repetitivo.

Durante o exercício físico ocorrem alterações complexas nos processos biológicos ocasionando importantes ajustes fisiológicos, que depende parcialmente da eficácia do sistema cardiovascular. O qual está associado a adaptações dos sistemas: respiratório e circulatório tanto no aporte central (coração, veias e artérias) quanto periférico (muscular), para manter adequadamente a demanda energética. Deste modo, todo o organismo sofre alterações na tentativa de manter a homeostase, ou seja, o equilíbrio dos mecanismos corporais (Wilmore, Costil e Kenney, 2010).

Considerando o alto custo dos testes laboratoriais e o princípio da especificidade, é crescente o número de testes que buscam investigar os índices fisiológicos que se proponham a detalhar, especialmente no que diz respeito aos fatores intervenientes dos testes de campo e a padronização dos métodos.

Podemos observar que testes de campo compostos por estímulos e pausas como o teste de Carminatti (T-car), e o Yo-Yo Intermittent Recovery test, caracterizam-se por vários níveis de intensidade e de corrida, definindo-os como testes não contínuos e acíclicos. Várias modalidades esportivas possuem tal dinâmica, portanto, visando respaldar os profissionais diretamente envolvidos com a prática esportiva, devem-se compreender os mecanismos fisiológicos envolvidos, pois a falta de embasamento científico não conduz resultados satisfatórios (Neto, Baroni e Freitas, 2007).

Existe um estado de transição no metabolismo energético denominado de limiar anaeróbio, que corresponde a uma intensidade de exercício que a partir de qualquer incremento de carga provoque a transição do metabolismo puramente oxidativo

para o parcialmente anaeróbio (Neto, Baroni e Freitas, 2007).

Assim, um dos parâmetros utilizados para a determinação do limiar anaeróbio é a frequência cardíaca através da determinação das variáveis associadas ao ponto de deflexão da frequência cardíaca. Mesmo que esta metodologia não utilize métodos invasivos na determinação do limiar o seu uso tem apresentado importantes aplicações em áreas relacionadas à saúde e ao treinamento esportivo (Denadai, 1995).

Neste contexto, o objetivo do estudo foi avaliar a resposta da frequência cardíaca em testes intermitentes progressivos, T-car e o Yo-Yo Intermittent Recovery test nível 1 (Yo-Yo IRT1), através da determinação das variáveis associadas ao ponto de deflexão da frequência cardíaca.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Participaram deste estudo 13 voluntários do sexo masculino estudantes do curso de Educação Física da Universidade do Vale do Sapucaí (Univás) com idade compreendida entre 20 e 29 anos.

Foram apresentados os objetivos da pesquisa aos voluntários e esclarecida todas as dúvidas existentes. Posteriormente, os voluntários assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o questionário PAR-Q, que tem como objetivo verificar o estado de prontidão para a prática de atividades físicas.

O estudo foi dividido em três partes, onde na primeira etapa foi realizada a coleta de dados da composição corporal, ou seja, altura, massa corporal conforme protocolos propostos por Pitanga (2004) e estimativa do percentual de gordura por dobras cutâneas segundo Pollock e Wilmore (1993). A caracterização da amostra está expressa conforme tabela 1 em média  $\pm$  desvio padrão.

A estatura foi mensurada por meio de um estadiômetro (Sanny) de fabricação brasileira com precisão de 1 cm fixado na parede, com o ponto zero no nível do solo, seguindo os procedimentos adotados por Pitanga (2004).

A massa corporal foi mensurada por meio de uma balança (Filizola) de fabricação brasileira com precisão de 100 g e capacidade para 150 kg.

**Tabela 1** - Caracterização da amostra.

Idade	Massa Corporal	Altura	Percentual de Gordura
22,30 ± 3,0	76,71±9,9	1,72±0,6	9,39± 4,5

As medidas das dobras cutâneas foram realizadas por meio de um adipômetro (Sanny) de fabricação brasileira, com precisão de 1 mm de acordo com a descrição proposta por Pollock e Wilmore (1993).

A frequência cardíaca foi monitorada com um frequencímetro (Oregon Scientific modelo SE300).

Na segunda etapa foi realizado o teste Yo-Yo IRT1 que é caracterizado na sua execução por mudanças de sentido, acelerações e desacelerações, além de pausas entre os estímulos.

No Yo-Yo IRT1 duas marcas são colocadas a uma distância de 20 metros entre uma e outra. O protocolo do teste é descrito e gravado. O indivíduo se desloca de uma marca a outra numa velocidade que é determinada pelo ritmo do sinal sonoro com um período de recuperação de 10 segundos fixos até o final da prova. A velocidade é regularmente aumentada a cada estágio, para que o indivíduo possa manter a velocidade até o final do teste. O final do teste acontece pela fadiga do indivíduo ou, pela não complementação dos dois últimos estágios, ficando neste último caso registrado o último estágio completo (Bangsbo, 1996).

Na terceira etapa foi realizado o teste de Carminatti (TCar) que é caracterizado por ser do tipo intermitente escalonado, com multi estágios de 90 segundos de duração, em sistema "ida-e-volta", constituído de 5 repetições de 12 segundos de corrida, intercaladas por 6 segundos de caminhada em média de 5 metros. O ritmo é ditado por um sinal sonoro, em intervalos regulares de 6 segundos, que determinam a velocidade de corrida a ser desenvolvida nos deslocamentos entre as linhas paralelas demarcadas no solo e também sinalizadas por cones. O teste inicia com velocidade de 9,0km·h<sup>-1</sup> com distância inicial de 15m com incrementos de 0,6km·h<sup>-1</sup> a cada estágio até a exaustão voluntária, mediante aumentos sucessivos de 1m a partir da distância inicial, conforme esquema ilustrativo apresentado na figura 2 (Carminatti e colaboradores, 2004).

Vale ressaltar que foi respeitado um intervalo de 72 horas entre um dia de avaliação e outro para que não ocorram interferências nas respostas de ambos os testes.

O ponto de deflexão da frequência cardíaca (PDFC) foi determinado através de análise visual gráfica, onde foram plotados gráficos individuais contendo os dados da frequência cardíaca no eixo de Y e a velocidade no eixo de X, referente a cada estágio dos testes. Para facilitar a identificação do PDFC foi feito alisamento dos dados da frequência cardíaca pelo método de ajuste polinomial de terceira ordem.

Para análise estatística foi utilizado o pacote estatístico BioEstat 5.0 com a utilização da *Anova One Way*.

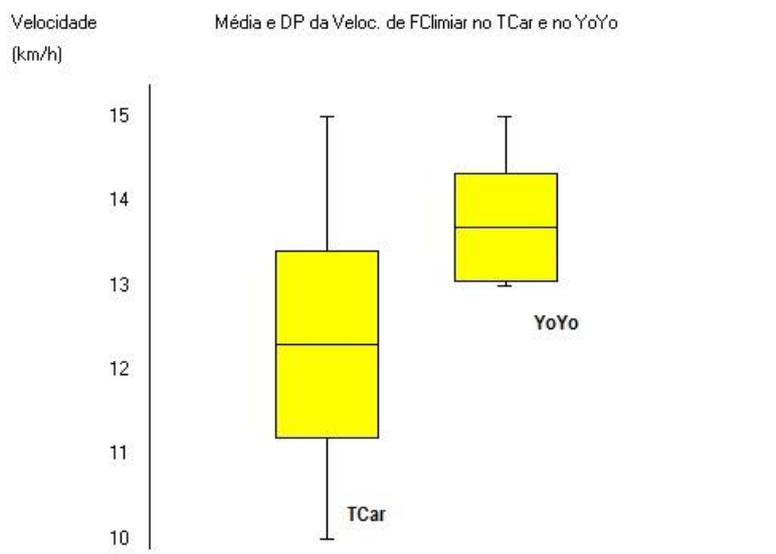
## RESULTADOS

O sucesso de qualquer tarefa motora pressupõe que a conversão de energia seja feita eficazmente, na razão direta das necessidades energéticas dos músculos esqueléticos envolvidos. É de grande importância referir que o dispêndio energético depende de vários fatores, entre os quais podemos ressaltar a tipologia do exercício, a frequência, duração e intensidade entre outros fatores que se tornam aliados na busca de aperfeiçoar o processo de treinamento e otimizar os resultados (Teixeira, 2003).

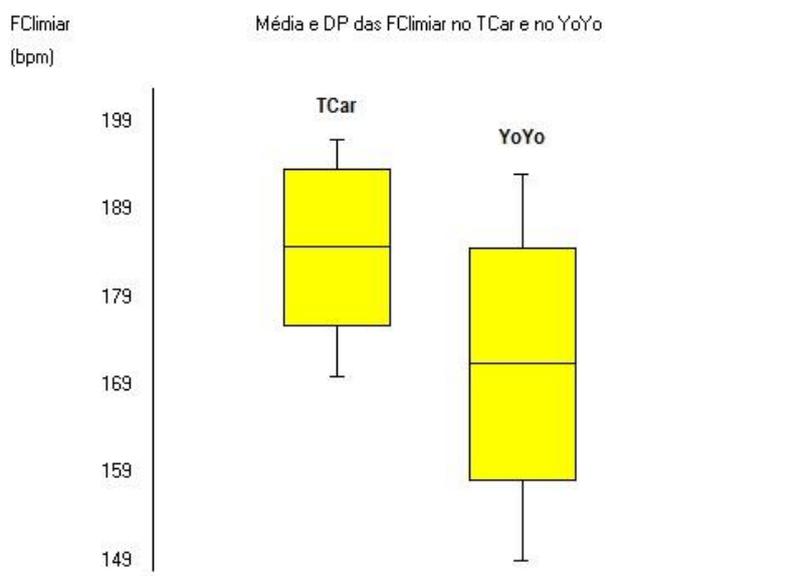
Com a aplicação do teste de Tcar e Yo-Yo IRT1, pode-se observar na figura 1 as relações dos valores médios de limiar de velocidade.

O presente estudo demonstrou uma velocidade do PDFC de 12,7km/h para o teste de Tcar e 13,9km/h para o Yo-Yo intermitente teste. Pode-se levar em consideração que o teste de Yo-Yo atingiu uma velocidade de PDFC maior do que o teste de Tcar.

Quando comparamos o limiar de frequência cardíaca observam-se os valores médios de 184bpm para o teste de Tcar e 171bpm para o Yo-Yo IRT1. Verifica-se que os valores de limiar de FC do teste de Tcar são maiores do que o Yo-Yo IRT1.



**Gráfico 1** - Valores médios de Velocidade do limiar dos testes de Tcar e Yo-Yo IRT1.



**Gráfico 2** - Valores médios de FC de limiar dos testes de Tcar e Yo-Yo IRT1.

## DISCUSSÃO

Verificar os efeitos da velocidade durante o teste de Tcar e Yo-Yo IRT1 utilizando como parâmetro de comparação ao limiar de frequência cardíaca, torna-se de fundamental importância, uma vez que a transição do limiar implica nas fontes energéticas envolvidas.

Os resultados deste estudo mostraram que apesar das semelhanças entre os testes,

as médias tanto de frequência cardíaca quanto das velocidades referentes ao PDFC encontradas apresentaram diferença significativas. No entanto a literatura aponta uma associação entre limiares metabólicos com o PDFC determinado através da análise do comportamento da frequência cardíaca em teste progressivo (Conconi e colaboradores, 1982).

Conconi e colaboradores (1982) descreve que a relação entre FC e velocidade

de corrida é em parte linear e, em parte curvilínea. Assim, a velocidade na qual a linearidade é perdida tem sido chamada de Velocidade de Deflexão e nesse momento estaria associado ao Limiar Anaeróbio.

Considerando que a associação entre o PDFC e o limiar anaeróbio proposta por Conconi (1982) também possa ser identificada em testes progressivos intermitentes e estejam realmente indicando o mesmo fenômeno (Silva, Dittrich e Guglielmo, 2011), espera-se que o PDFC ocorra em faixas de frequência cardíaca e velocidades semelhantes sem que haja dependência do protocolo utilizado, mas não foi o que este artigo constatou.

A variável determinante na estimativa do limiar anaeróbio é a frequência cardíaca, pois permite estimar o limiar anaeróbio por um método não invasivo, de baixo custo, e que permite a avaliação do indivíduo em teste de campo ou em sua modalidade específica (Denadai, 1995).

De acordo com essa proposta, foi estimado o limiar de frequência cardíaca dos voluntários da pesquisa de acordo com o ponto de deflexão da frequência cardíaca. Pode-se verificar que a amostra estudada obteve valores médios de frequência de limiar de 171 bpm durante o Yo-Yo IRT1 e 184 bpm para o teste de Tcar.

Talvez a técnica utilizada na determinação do PDFC tenha sido fator influente dos resultados encontrados, entretanto Rosa e colaboradores (2008) apresentaram correlação positiva nos valores de frequência cardíaca e no PDFC no teste de resistência específica intermitente no futsal (TREIF) quando comparadas duas metodologias de avaliação, visual e Dmáx. Indicando que o método visual pode ser utilizado como critério de determinação do PDFC.

O que também foi constatado anteriormente por Silva e colaboradores (2011) onde verificaram que a velocidade do PDFC, identificado pelo método visual corresponde a 80.4% do pico de velocidade obtido no teste de Tcar e está associado com a velocidade do limiar anaeróbio. Esse resultado sustenta a validade de utilização do Tcar para prever o limiar anaeróbio.

Outros estudos que compararam testes de campo com testes em esteiras apresentaram associação mesmo com diferentes características de movimento e

incremento utilizado nos testes. A exemplo do estudo de Macêdo e Bortoli (2012) que relacionou um teste físico intermitente Macêdo Teste (MTest) através de correlações com o teste ergométrico para identificar a frequência cardíaca do limiar anaeróbio. Os resultados obtidos não apresentaram diferenças significativas na FC em ambos os métodos, portanto FC limiar anaeróbio no MTest apresentou correlação com o limiar anaeróbio mensurado no teste ergométrico.

Ao contrário dos resultados encontrados por Macêdo e Bortoli (2012), Heineck e colaboradores (2011) encontraram diferença estatisticamente significativa para velocidade máxima de atletas de futsal entre diferentes testes de campo, corroborando com o no presente estudo que também encontrou diferenças nas comparações dos testes de Tcar com o Yo-Yo IRT1.

Este fato possivelmente deve estar associado às pequenas diferenças apresentadas entre os testes: o YoYo IRT1 tem um incremento rápido nas velocidades iniciais ao contrário do Tcar que tem seu incremento proporcional em todo o período do teste; apesar dos testes serem intermitentes e com mudança de sentido, o tempo de recuperação entre os esforços são distintos, onde o Tcar possui um tempo de recuperação de 6 segundos e o Yo-YO IR1 de 10 segundos, o qual possivelmente interferiu na resposta da velocidade dos testes (Carminatti e colaboradores, 2004; Bangsbo, 1996).

As características do Yo-Yo IRT1 permitem aos avaliados alcançar maior velocidade e tempo de corrida, uma vez que as demandas energéticas utilizadas para a realização do teste possibilitam uma melhor recuperação fisiológica e metabólica em comparação ao teste de Tcar (Heineck e colaboradores, 2011).

Nos resultados apresentados podemos observar que os valores médios de velocidade foram de  $12,7 \pm 1,1$  km/h para o Tcar e  $13,9 \pm 0,5$  km/h para o Yo-Yo IRT1, sendo este o valor de velocidade desenvolvido pelos voluntários para atingirem o limiar anaeróbio.

Os estudos têm demonstrado que a velocidade média em que ocorre o limiar anaeróbio em jogadores de futebol encontra-se entre 13,0 e 15,0 km/h (Silva e colaboradores, 2011). Portanto estes valores

encontram-se próximos ou dentro dos valores mencionados anteriormente.

Embora existam polêmicas sobre as metodologias empregadas para identificar as respostas fisiológicas, o emprego de metodologias alternativas tem se mostrado de um modo adequado para suprir a impossibilidade de análise direta.

Os respaldos científicos citados ao longo do trabalho indicam que muitos são os fatores que necessitam ser levados em conta em estudos do âmbito esportivo, portanto esperamos que demais trabalhos pudessem contribuir gerando mais produções científicas que auxiliem nesta temática.

### CONCLUSÃO

Com base no resultado encontrado conclui-se que o limiar anaeróbio pode ser estimado de acordo com a velocidade e frequência cardíaca de limiar, pois se trata de um método não invasivo, de baixo custo, e que permite a avaliação do indivíduo em um teste de campo ou em sua modalidade específica, além de apresentar importantes aplicações no meio esportivo.

Porém, as variáveis não devem ser comparadas nos testes de Tcar e Yo-Yo IRT1, mesmo que aparentemente as metodologias dos testes sejam semelhantes, as respostas serão distintas.

Às pequenas diferenças apresentadas entre os testes como tempo de recuperação e o tempo de corrida, influenciam nas demandas energéticas possibilitando uma recuperação fisiológica e metabólica distintas entre os testes.

### REFERÊNCIAS

1-Bangsbo, J.; Iaia, F. M.; Krstrup, P. The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Medicine*. Vol. 38. Núm. 1. p. 37-51. 2008.

2-Carminatti, L. J.; Lima Silva, A. E.; Oliveira, F. R. Aptidão aeróbia em esportes intermitentes - Evidências de validade de construto e resultados em teste incremental com pausas. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*. São Paulo. Vol. 3. p.120. 2004.

3-Conconi, F.; Ferrari, M.; Ziglio, P. G.; Droghetti, P.; Codeca, L. Determination of the anaerobic threshold by a non-invasive field test in runners. *Journal of Applied Physiology*. n. 52, Vol. 4. Núm. 52. p. 869-873. 1982.

4-Denadai, B. S. Limiar anaeróbio: considerações fisiológicas e metabólicas. *Revista brasileira de Atividade Física e Saúde*. Vol. 1. Núm. 2. p.74-88. 1995.

5-Heineck, L. M.; Moro, V. S.; Fuke, K.; Matheus, S. C. Comparação entre diferentes testes de campo para a verificação do condicionamento físico de atletas de futsal. *Brasilian Journal of Biomotricity*, Vol. 5. Núm. 4. p. 239-247. 2011.

6-Macêdo, R. F.; Bortoli, R. Identificação do ponto de deflexão da frequência cardíaca utilizando MTest. *Revista GEINTEC*. Vol. 2. Núm. 1. p.64-73. 2012.

7-Neto, J. M. F.A.; Baroni, M.; Freitas, A. L. Caracterização metabólica de uma partida de futsal: uma análise crítica através da bioquímica e fisiologia do exercício. *Movimento & Prescrição*. Vol. 8. p.249-267. 2007.

8-Pitanga, F. J. G. Testes, medidas e avaliação em Educação Física e esportes. 3. ed., São Paulo: Phorte, 2004.

9-Pollock, M. L.; Wilmore, J. H. Exercícios na saúde e na doença: avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação. 2ª edição. Rio de Janeiro. Medsi. 1993.

10-Rosa, R. F.; Carminatti, L. J.; Giustina, R. D.; De Oliveira. Ponto de deflexão da frequência cardíaca obtida no teste de resistência específica intermitente de futsal (TREIF). *Revista digital*. Núm. 122. 2008.

11-Silva, J. F.; Dittrich, N.; Guglielmo, L. G. A. Avaliação aeróbia no futebol. *Rev. Brasileira Cineantropometria Desempenho Humano*. Vol. 13. Núm. 5. p.384-391. 2011.

12-Silva, J. F.; Guglielmo, L. G. A.; Floriano, L. T.; Arins, F. B.; Dittrich, N. Validity and reliability of a new field test (Carminatti's test) for soccer players compared with laboratory-

# Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício

ISSN 1981-9900 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

[www.ibpex.com.br](http://www.ibpex.com.br) / [www.rbpex.com.br](http://www.rbpex.com.br)

---

based measures. Journal of Sports Sciences. 2011.

13-Teixeira, L. C. A. Análises do padrão de respostas de frequência cardíaca pelos métodos de séries temporais e semiparamétrico e de sua variabilidade na determinação do limiar de anaerobiose. Dissertação de Mestrado em Bioengenharia. Programa de Pós-graduação Interunidades Bioengenharia. Escola de Engenharia de São Carlos, Faculdade de Engenharia de Ribeirão Preto, Instituto de Química de São Carlos. 2003.

14-Wilmore, J. H.; Costil, D. L.; Kenney, W. L. Fisiologia do esporte e do exercício. 4ª edição. Manole. 2010.

Recebido para publicação 13/05/2014

Aceito em 24/06/2014