



Fitness & Performance Journal

ISSN: 1519-9088

editor@cobrase.org.br

Instituto Crescer com Meta

Brasil

Santos de Almeida, Pedro Augusto; Rodrigues Ferreira, Guilherme; Moraes, Daniel Carlos; Soares Barbosa, Edgar; Teixeira Cardoso, André; Duarte Rocha, Cíntia Campolina; Fernandes da Silva, Sandro

Comportamento dos parâmetros de controle de treinamento aeróbico durante testes de campo

Fitness & Performance Journal, vol. 7, núm. 6, noviembre-diciembre, 2008, pp. 406-412

Instituto Crescer com Meta

Rio de Janeiro, Brasil

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75117162009>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# COMPORTAMENTO DOS PARÂMETROS DE CONTROLE DE TREINAMENTO AERÓBICO DURANTE TESTES DE CAMPO

**Pedro Augusto Santos de Almeida**<sup>1</sup> pedro.taf2@gmail.com

**Guilherme Rodrigues Ferreira**<sup>1</sup> gui633@yahoo.com.br

**Daniel Carlos Morais**<sup>1</sup> danielcrmo@hotmail.com

**Edgar Soares Barbosa**<sup>1</sup> barbosaedgar@hotmail.com

**André Teixeira Cardoso**<sup>1</sup> andreteixeiracardoso@yahoo.com.br

**Cíntia Campolina Duarte Rocha**<sup>1</sup> cintiacdrs@gmail.com

**Sandro Fernandes da Silva**<sup>1</sup> sandrofs@uit.br

doi:10.3900/fpj.7.6.406.p

Almeida PAS, Ferreira GR, Morais DC, Barbosa ES, Cardoso AT, Rocha CCD, et al. Comportamento dos parâmetros de controle de treinamento aeróbico durante testes de campo. Fit Perf J. 2008 nov-dez;7(6):406-12.

## RESUMO

**Introdução:** Avaliar e prescrever o treinamento aeróbico em corredores é de fundamental importância para que o rendimento seja alcançado. Parâmetros de controle de treinamento, como capacidade aeróbica ( $VO_{2máx}$ ) e limiar anaeróbico (LAN), vêm sendo exaustivamente estudados para determinar as adaptações ao treinamento aeróbico. O objetivo do nosso estudo foi verificar a relação entre os parâmetros de controle de treinamento aeróbico através de testes de campo em corredores amadores. **Materiais e Métodos:** Participaram do estudo 17 corredores. Os testes realizados foram: 6X1000m em pista de atletismo para determinar o LAN, avaliado através da resposta do comportamento do lactato sanguíneo; para identificar a velocidade crítica ( $V_{crit}$ ) adotou-se as distâncias de 3000m e 5000m, adotando a relação linear entre tempo e distância; e, para avaliar o  $VO_{2máx}$ , utilizou-se o teste de 2400m. **Resultados:** A velocidade do LAN foi de  $4,42 \pm 0,34 m.s^{-1}$ , a  $V_{crit}$  foi identificada a  $4,41 \pm 0,59 m.s^{-1}$  e o  $VO_{2máx}$  a  $4,57 \pm 0,60 m.s^{-1}$ . A correlação entre as distâncias foi estatisticamente significativa. **Discussão:** O teste proposto para identificar o LAN se mostrou eficiente pelo método de determinação do limiar anaeróbico individual. A correlação entre  $V_{crit}$  e LAN foi considerada baixa, sendo que os dois parâmetros representariam o mesmo ponto metabolismo fisiológico.

## PALAVRAS-CHAVE

Educação Física e Treinamento, Limiar Anaeróbico, Exercício Aeróbico.

<sup>1</sup>Universidade de Itaúna - Itaúna - Brasil

Copyright© 2008 por Colégio Brasileiro de Atividade Física, Saúde e Esporte

Fit Perf J | Rio de Janeiro | 7 | 6 | 406-412 | nov/dez 2008

## BEHAVIOR PARAMETERS OF CONTROL AEROBIC TRAINING DURING FIELD TESTS

## ABSTRACT

**Introduction:** Evaluating and to prescribe the aerobic training in runners has a fundamental importance so that the performance be achieved. Parameters of control of the training as the aerobic capacity ( $VO_{2max}$ ) and anaerobic threshold (LAn) come being exhaustively studied to determine the adaptations to the aerobic training. The objective of the study was to verify the relation among the parameters of control of the aerobic training through tests of trail in running amateurs. **Materials and Methods:** They participated of the study 17 runners. The tests done were: the 6 x 1000 meters in track to determine the LAn, through the behavior of the blood lactate; for identify the critical speed (Vcrit) the distances of 3000m and 5000m adopting the relation linear between time and distance; and for evaluate the  $VO_{2max}$  was utilized the test of 2400m. **Results:** The velocity in the LAn was of  $4.42 \pm 0.34 m \cdot s^{-1}$ , the Vcrit was identifying to  $4.41 \pm 0.59 m \cdot s^{-1}$  and the  $VO_{2max}$  to  $4.57 \pm 0.60 m \cdot s^{-1}$ . The correlation among the distances was statistically significant. **Discussion:** The test proposed to identify the LAn was shown efficient by the method of decision individual anaerobic threshold. The correlation between Vcrit and LAn was respected low being that the two parameters represent the same point of the physiological metabolism.

## KEYWORDS

Physical Education and Training, Anaerobic Threshold, Aerobic Exercise.

## COMPORTAMIENTO DE LOS PARÁMETROS DE CONTROL DEL ENTRENAMIENTO AEROBIO DURANTE LAS PRUEBAS DE CAMPO

## RESUMEN

**Introducción:** Evaluar y prescribir el entrenamiento aeróbico en corredores tiene una fundamental importancia para que el rendimiento sea logrado. Parámetros de control del entrenamiento como el capacidad aeróbica ( $VO_{2max}$ ) y umbral anaeróbico (Lan) vienen siendo exhaustivamente estudiados para determinar las adaptaciones al entrenamiento aeróbico. El objetivo del estudio fue verificar la relación entre los parámetros de control del entrenamiento aeróbico a través de tests de pista en corredores amateurs. **Materiales y Métodos:** Participaron del estudio 17 corredores. Los tests hechos fueron: los 6X1000m en pista de atletismo para determinar el Lan, a través del comportamiento del lactato sanguíneo; para identificar la velocidad crítica (Vcrit) se utilizó las distancias de 3000m y 5000m, adoptando la relación linear entre tiempo y distancia; y para evaluar el  $VO_{2max}$  fue utilizado el test de 2400m. **Resultados:** La velocidad en el LAn fue de  $4,42 \pm 0,34 m \cdot s^{-1}$ , la Vcrit fue identificada a  $4,41 \pm 0,59 m \cdot s^{-1}$  y el  $VO_{2max}$  a  $4,57 \pm 0,60 m \cdot s^{-1}$ . La correlación entre las distancias fue estadísticamente significativa. **Discusión:** El test propuesto para identificar el LAn se mostró eficaz por el método de determinación del umbral anaeróbico individual. La correlación entre Vcrit y Lan fue considerada baja siendo que los dos parámetros representan el mismo punto del metabolismo fisiológico.

## PALABRAS CLAVE

Educación y Entrenamiento Físico, Umbral Anaerobio, Ejercicio Aeróbico.

## INTRODUÇÃO

Por muitos anos, o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ) foi o índice mais utilizado para a avaliação, prescrição e controle do treinamento aeróbico. Entretanto, em indivíduos com elevado nível de capacidade aeróbica, estudos têm determinado pequenas ou nenhuma modificação neste parâmetro com o passar de uma temporada de treinamento<sup>1</sup>. Na busca de novos índices capazes de detectar pequenas alterações fisiológicas com o treinamento, fisiologistas do esporte tem encontrado outros parâmetros de avaliação e controle do treinamento aeróbico<sup>2</sup>.

O limiar anaeróbico (LAn) vem sendo amplamente utilizado para verificar as modificações provocadas por uma temporada de treinamento. O LAn pode ser determinado através do comportamento do lactato sanguíneo, que representa uma resposta metabólica do organismo ao esforço progressivo e que significa uma transição entre os sistemas energéticos<sup>3</sup>. Os métodos para avaliar o LAn através do lactato sanguíneo são variados, como a máxima fase estável do lactato sanguíneo (MFEL), a concentração de lactato fixa (2 ou 4 mmol.L<sup>-1</sup>), o lactato mínimo e o limiar anaeróbico

individual (IAT)<sup>4</sup>. O IAT reflete a cinética individual de lactato durante um teste incremental e apresenta o comportamento entre a taxa de produção e remoção do lactato durante o esforço progressivo<sup>5</sup>, além de não sofrer grande influência nas variações encontradas nos protocolos, como tempo de duração e aquecimento prévio<sup>6</sup>. A determinação do LAn exige procedimentos caros, com deslocamentos dos atletas ao laboratório, alterando a rotina de treinamento dos sujeitos. Em razão disto, nas últimas duas décadas alguns estudos têm procurado determinar o LAn de uma maneira não invasiva, como é o caso da velocidade crítica (Vcrit)<sup>7</sup>.

O modelo de Vcrit foi originalmente proposto como potência crítica por Monod & Scherrer<sup>8</sup>. Este modelo passou a ser conhecido como Vcrit a partir dos estudos de Wakayoshi *et al.*<sup>9</sup>, que transportaram este conceito para natação através da relação tempo - distância. A Vcrit representaria a maior intensidade que poderia ser mantida sem o aumento gradual de VO<sub>2</sub> e do lactato sanguíneo<sup>10</sup>. Para se determinar a Vcrit é necessária a utilização de, ao menos, duas distâncias<sup>11</sup>. A equação para determinar a Vcrit pode ser descrita da seguinte maneira:

$$V_{crit} = (2^{\circ} \text{ distância} - 1^{\circ} \text{ distância}) / (2^{\circ} \text{ tempo} - 1^{\circ} \text{ tempo})$$

Estudos foram realizados para comprovar a real eficiência da Vcrit em nadadores, remadores, corredores e ciclistas<sup>11</sup>. Investigações correlacionaram a Vcrit com o MFEL e com o lactato mínimo, e verificaram que esta manifestação em relação ao tempo e a distância representa um momento fisiológico de transição entre os sistemas aeróbico e anaeróbico<sup>7,12</sup>.

Assim, o objetivo do presente estudo foi analisar a relação entre a Vcrit e o LAn, identificado através do IAT em um teste de campo progressivo, verificar se as velocidades alcançadas entre os pontos de transição se correlacionam e identificar em que porcentagem do VO<sub>2máx</sub> estes fenômenos ocorrem.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Amostra

O estudo teve apoio financeiro do Núcleo de Apoio à Pesquisa da Universidade de Itaúna - NAFAP/UI.

**Tabela 1 - Características da amostra**

| grupo      | n  | idade (anos)  | massa corporal (kg) | percentual de gordura (%) |
|------------|----|---------------|---------------------|---------------------------|
| corredores | 17 | 34,46 ± 10,68 | 68,28 ± 6,78        | 12,27 ± 4,97              |

**Tabela 2 - Dados de treinamento**

| grupo      | n  | anos de treinamento (anos) | freqüência semanal | duração da sessão (min) |
|------------|----|----------------------------|--------------------|-------------------------|
| corredores | 17 | 10,58 ± 5,38               | 4,70 ± 1,40        | 82,94 ± 30,97           |

Participaram do estudo 17 praticantes de corrida amadores voluntários. Todos assinaram o Consentimento Livre e Esclarecido e o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética na Pesquisa da Universidade de Itaúna, sob o número de protocolo 010/07.

Na Tabela 1 descrevemos as características da amostra como idade, massa corporal, percentual de gordura.

### Métodos

**Limiar do lactato** - Para avaliar o limiar de lactato os sujeitos realizaram seis séries de 1000m correndo, com esforços de 75% a 100% do melhor tempo em 1000m da temporada, com um intervalo de 1min. Após a realização do esforço, foi realizada uma coleta sanguínea de 25µL no lóbulo da orelha para verificar o comportamento do lactato sanguíneo. Estas coletas aconteceram logo após o estímulo. Para análise do lactato sanguíneo desprezou-se a primeira gota de sangue de cada coleta, que foi analisado no lactímetro Accusport® pelo método de fotometria de reflexão.

**IAT** - Para identificar o limiar anaeróbico foi utilizado o método visual proposto por Baldari & Guidetti<sup>13</sup>, cujo critério empregado aponta o limiar para o segundo aumento no valor da [Lac] de pelo menos 0,5mmol.L<sup>-1</sup> a partir do valor anterior, onde o valor para o segundo aumento foi maior ou igual ao do primeiro aumento. Este método simples possibilita identificar o IAT, identificando os valores para velocidade e freqüência cardíaca em cada estágio.

**Vcrit** - Foram executados dois testes em pista de atletismo de 400m de carvão, um teste de 3000m e um teste de 5000m, com um intervalo de 24h entre eles, onde os sujeitos deveriam percorrer essas distâncias no menor tempo possível. A Vcrit foi determinada através do coeficiente angular (b) da reta de regressão linear entre as distâncias e os respectivos tempos.

**VO<sub>2máx</sub>** - Para identificar o VO<sub>2máx</sub> foi realizado o teste de campo de 2400m, onde os sujeitos deveriam percorrer essa distância na maior velocidade possível. Para o cálculo foi aplicada à equação:

$$VO_{2máx} = [(D \times 60 \times 0,2)/T] + 3,5$$

onde D: 2400m; T: tempo (s)

**Estatística** - A estatística utilizada foi uma comparação de médias e desvio padrão para identificar o ponto onde ocorre o limiar de lactato. Adotou-se uma análise de percentual para verificar a que porcentagem a Vcrit e a velocidade de LAn estavam do  $VO_{2máx}$ . Para comparar a correlação entre as velocidades no limiar de lactato, a velocidade crítica e a velocidade de  $VO_{2máx}$ , foi aplicado o teste de correlação bicaudal de Pearson. Para comprovação estatística foi adotado o nível de significância  $p \leq 0,05$ .

## RESULTADOS

Na Tabela 2 demonstramos os dados referentes ao treinamento dos atletas, como tempo, frequência semanal e duração das sessões de treinamento.

Na Tabela 3 demonstramos as variáveis relacionadas aos testes de campo, onde não existiram diferenças significativas entre as velocidades do  $VO_{2máx}$ , LAn e da Vcrit. Nas porcentagens alcançadas em relação ao  $VO_{2máx}$  verificamos que todas foram acima de 90% do  $VO_{2máx}$ .

**Tabela 3 - Variáveis do  $VO_{2máx}$ , Vcrit e velocidades**

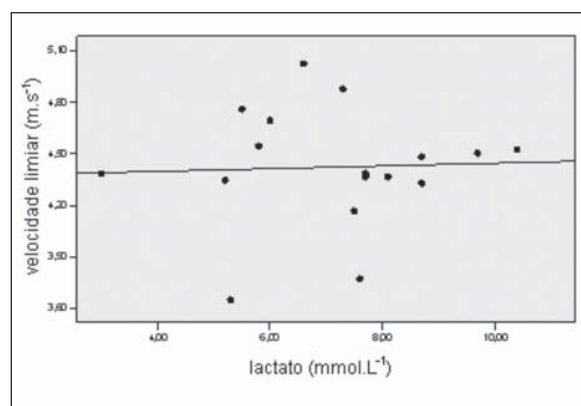
| variáveis   | resultados         |
|---|--------------------|
| $VO_{2máx}$ ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ) | $58,38 \pm 7,22$   |
| Velocidade $VO_{2máx}$ ( $m \cdot s^{-1}$ )       | $4,57 \pm 0,60$    |
| Velocidade de LAn ( $m \cdot s^{-1}$ )            | $4,42 \pm 0,34$    |
| Vcrit ( $m \cdot s^{-1}$ )                        | $4,41 \pm 0,59$    |
| FC <sub>máx</sub> (bpm)                           | $185,47 \pm 11,13$ |
| FC <sub>LAn</sub> (bpm)                           | $173,17 \pm 12,06$ |
| % velocidade LAn - $VO_{2máx}$                    | 96,71%             |
| % Velocidade de $VO_2$ - Vcrit                    | 96,49%             |

Nos Gráficos 1, 2 e 3 mostramos a distribuição da amostra no IAT nas variáveis Lactato x Velocidade, Lactato x FC e FC x Velocidade.

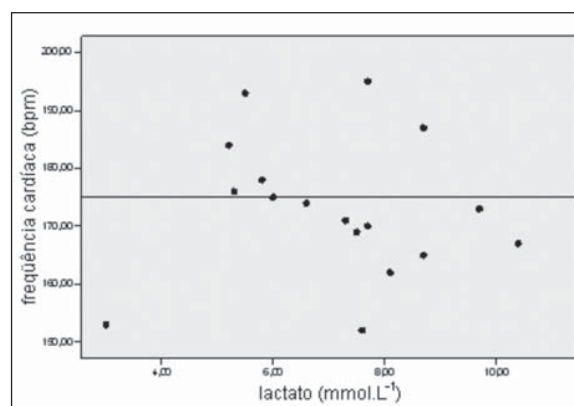
No Gráfico 4 é possível verificar a Vcrit entre as distâncias e tempos de 3000m e 5000m, enquanto no Gráfico 5 verificamos não existir diferenças significativas entre os tempos alcançados nestas distâncias.

Na Tabela 4 verifica-se a correlação entre as velocidades alcançadas nos testes propostos. Vemos que estas velocidades se correlacionam, sendo que a

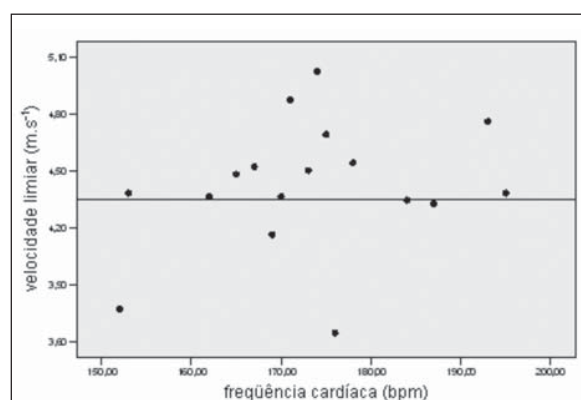
**Gráfico 1 - Distribuição da amostra na relação lactato X velocidade no limiar**



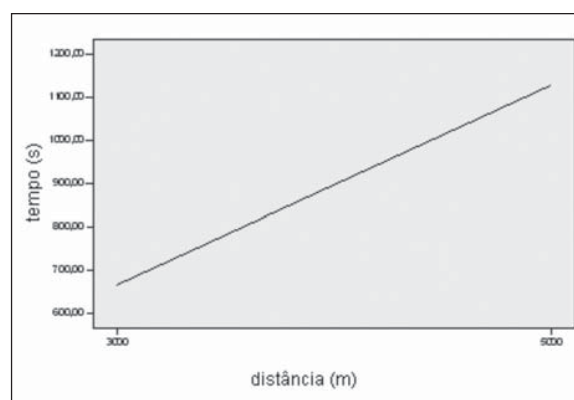
**Gráfico 2 - Distribuição da amostra na relação frequência cardíaca X lactato no limiar**

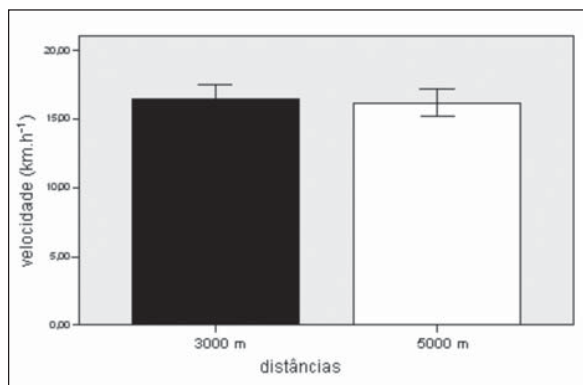


**Gráfico 3 - Distribuição da amostra na relação frequência cardíaca X velocidade no limiar**



**Gráfico 4 - Vcrit entre as distâncias de 3000 m e 5000 m**



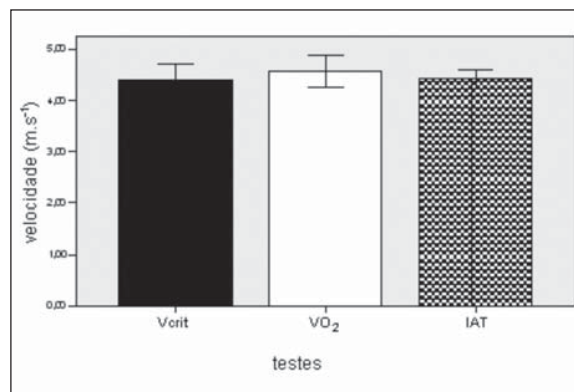
**Gráfico 5** - Comparação entre as velocidades alcançadas nos 3000 m e 5000 m

Vcrit apresentou uma correlação mais significativa em relação à velocidade de  $VO_{2\text{máx}}$  do que quando comparada à velocidade LAn. No Gráfico 6 mostramos a comparação entre as velocidades alcançadas nos três testes do estudo, aonde não encontramos diferenças significativas.

## DISCUSSÃO

O objetivo do estudo foi verificar a correlação entre as velocidades de testes de campo propostos para identificar um dos principais parâmetros de controle de treinamento, que é o limiar anaeróbico (LAn). Verificamos que, através de um teste de campo para avaliar o comportamento do lactato sangüíneo durante um teste progressivo, é possível determinar o LAn. Isto evidencia a importância do estudo, pois são poucos protocolos que determinam o LAn a partir de testes de campo verificando o aumento do lactato sangüíneo durante um exercício triangular.

A velocidade alcançada no LAn foi de  $4,42 \pm 0,34 \text{ m.s}^{-1}$  ou  $15,92 \pm 1,24 \text{ km.h}^{-1}$ . Existem poucos estudos em que a metodologia empregada tenha sido similar ou próxima a que nos propusemos neste estudo. O estudo de Simões *et al.*<sup>14</sup>, empregando protocolos em um teste de campo para identificar o IAT, identificou uma velocidade de  $282,6 \pm 18,8 \text{ m.min}^{-1}$ , que equivale a  $16,95 \text{ km.h}^{-1}$ . Em testes realizados em condições de laboratório, estudos relatam velocidades no LAn de

**Gráfico 6** - Comparação entre as velocidades Vcrit,  $VO_{2\text{máx}}$  e do IAT

$17,35 \text{ km.h}^{-1}$ ; determinando a velocidade de LAn a partir da concentração fixa de lactato sangüíneo, estudos encontraram uma velocidade de  $4,62 \pm 0,34 \text{ m.s}^{-1}$ <sup>15,16</sup>. Guidetti & Baldari<sup>13</sup> verificaram a velocidade de IAT em esteira de  $13,2 \pm 1,1 \text{ km.h}^{-1}$ . Com os estudos apresentados podemos confirmar que os resultados encontrados no protocolo proposto são similares aos encontrados em outros estudos. Assim, afirmamos a eficiência do protocolo, utilizando o tempo de duração dos estágios. Fisiologistas do esporte dizem que o tempo de cada etapa para verificar no sangue o comportamento do lactato, após a saída do mesmo da célula muscular, deve ter entre 3min e 5min<sup>17</sup>. Investigações não encontraram diferenças significativas no lactato sangüíneo com estágios de 3min e 6min de duração<sup>6</sup>. O estudo apresentou um tempo de esforço no LAn de 4min, concluindo que é possível detectar o LAn através da resposta do lactato sangüíneo, como proposto no teste.

Para determinar a Vcrit utilizamos as distâncias de 3000m e 5000m e a relação linear entre estas distâncias. Verificamos uma Vcrit de  $4,41 \pm 0,59 \text{ m.s}^{-1}$ . O estudo<sup>18</sup> que verificou a Vcrit, comparando a distância de 800m e 2000m, encontrou uma velocidade de  $3,60 \pm 0,47 \text{ m.s}^{-1}$ , que é um pouco inferior ao que encontramos. Esta diferença pode ser explicada pela amostra, onde foram utilizados estudantes, enquanto em nosso estudo trabalhamos com corredores semi-

**Tabela 4** - Correlação entre as velocidades

| variáveis  | Vcrit (m.s <sup>-1</sup> ) | velocidade LAn (m.s <sup>-1</sup> ) | velocidade $VO_{2\text{máx}}$ (m.s <sup>-1</sup> ) |
|--|----------------------------|-------------------------------------|--|
| Vcrit (m.s <sup>-1</sup> )                         | -                          | 0,510*                              | 0,753**  |
| velocidade LAn (m.s <sup>-1</sup> )                | 0,510*                     | -                                   | 0,524*   |
| velocidade $VO_{2\text{máx}}$ (m.s <sup>-1</sup> ) | 0,753**                    | 0,524*                              | -  |

\* $p \leq 0,05$

\*\* $p \leq 0,01$

profissionais. Alguns estudos recomendam a utilização de, no mínimo, dois testes para calcular a  $V_{crit}$  e os testes devem ter uma duração mínima de 2min, aonde a execução do teste não deve ultrapassar 20min<sup>19,20</sup>. Hill<sup>11</sup> diz que, para determinar a  $V_{crit}$ , devemos utilizar uma distância mínima de 800m e comparar com os 1500m, ou utilizar os 1500m para correlacionar com os 5000m. Nosso estudo procurou utilizar a distância de 3000m, pois cientistas<sup>21</sup> demonstraram que a velocidade dos 3000m pode ser considerada um ótimo preditor de *performance*, sendo um pouco abaixo da velocidade de  $VO_{2máx}$ , mostrando que essa distância é segura para determinar a  $V_{crit}$ , já que é um parâmetro submáximo. Notamos, como já era esperada, uma redução da velocidade que foi de apenas 2%. Esta diferença pode ser explicada pela maior utilização dos sistemas energéticos, já que uma maior participação do sistema aeróbico representa uma menor velocidade de trabalho, como ocorre nas distâncias maiores.

A  $V_{crit}$  vem sendo utilizada como um excelente preditor do desempenho aeróbico, apresentando uma alta correlação com o LAn determinado através do lactato sanguíneo, principalmente na correlação com o MFEL<sup>9,22</sup>. Nossa investigação apresentou uma correlação entre a  $V_{crit}$  e LAn de  $r=0,51$ , que, apesar de ser um índice significativo, apresenta uma baixa correlação quando comparado a outros dados. Estudos registram  $r=0,89$  a  $r=0,94$ <sup>9,23,24</sup>. Podemos supor que esta discrepância encontrada entre os dados da literatura e o encontrado neste estudo deva-se às diferenças de metodologia empregada, em que as correlações existentes são verificadas entre teste de esteira e  $V_{crit}$  de campo. Nosso estudo verificou a correlação entre dois testes de campo. As investigações comparam a  $V_{crit}$  com a máxima fase estável do lactato sanguíneo (MFEL) e não com um teste para determinar o LAn através de um protocolo triangular, mostrando a importância do estudo.

O  $VO_{2máx}$  encontrado foi de  $58,38 \pm 7,22$  ml.  $kg \cdot min^{-1}$ , que é considerado um bom resultado, segundo os parâmetros de capacidade aeróbica apresentados nos estudos<sup>13,25,26</sup>. A velocidade de  $VO_{2máx}$  foi de  $4,57 \pm 0,60$  m.  $s^{-1}$  ou  $16,45 \pm 2,16$  km.  $h^{-1}$ . Investigações em testes de esteira relatam uma velocidade no  $VO_{2máx}$  de  $6,64 \pm 0,49$  m.  $s^{-1}$  em corredores profissionais<sup>27</sup>. Já em testes de campo com jogadores de futebol, encontraram uma velocidade de  $15,09 \pm 0,94$  km.  $h^{-1}$ <sup>28</sup>.

Neste estudo a identificação do  $VO_{2máx}$  foi utilizada para verificar em que porcentagem ocorriam a  $V_{crit}$  e o LAn. Detectamos que essas duas variáveis são altas, 96,71% e 96,49% para velocidade LAn e  $V_{crit}$ ,

respectivamente. Muitos estudos relatam que o LAn ocorre, em sujeitos treinados, entre 65% e 85% do  $VO_{2máx}$ <sup>29</sup>. Investigadores relatam em sujeitos treinados o LAn entre 75 e 85% do  $VO_{2máx}$ <sup>30,31</sup>. A diferença de nossos resultados com os apresentados na literatura se deve ao teste de campo empregado em nosso estudo, que difere de outros estudos que realizam a análise através do analisador de gases, que faz com que o  $VO_{2máx}$  seja mais fidedigno e, portanto, o LAn pode ser representado em uma porcentagem inferior da capacidade aeróbica.

Devido a esta alta porcentagem de trabalho encontrada entre a velocidade no LAn e a  $V_{crit}$  e a velocidade de  $VO_{2máx}$ , identificamos uma correlação significativa entre essas variáveis (LAn- $VO_2$   $r=0,52$  /  $V_{crit}$ - $VO_2$   $r=0,75$ ). Esses resultados não eram esperados, já que parâmetros como LAn e  $V_{crit}$  representam um ponto inferior ao da capacidade aeróbica máxima e refletem um ponto de transição entre as trocas de predominância dos sistemas energéticos<sup>32</sup>. Silva *et al.*<sup>28</sup>, assim como em nosso estudo, encontraram uma relação significativa entre a velocidade do  $VO_{2máx}$  em teste de campo e a velocidade no LAn. Esses resultados podem representar que testes de campo podem subestimar o  $VO_{2máx}$  e, com isso, aproximar parâmetros submáximos de máximos.

Podemos dizer que o teste progressivo proposto para determinar o LAn foi efetivo pela curva de aumento exponencial do lactato sanguíneo, acompanhando o aumento do esforço proposto. A determinação da  $V_{crit}$  foi possível em relação às duas distâncias propostas. Encontramos uma baixa correlação entre velocidade de LAn e  $V_{crit}$  e uma alta porcentagem se relacionarmos estes dois parâmetros ao  $VO_{2máx}$ .

São necessários novos estudos para validar e verificar a utilidade do teste proposto para determinar o LAn, através de outras metodologias como o MFEL e o  $LAC_{min}$ . Devemos ainda, propor outras distâncias na determinação da  $V_{crit}$ , para encontrar uma relação mais alta com o LAn. Devemos, ainda, realizar testes de  $VO_{2máx}$  em laboratório para encontrar uma porcentagem mais conclusiva entre os parâmetros de controle de treinamento proposto no estudo.

## REFERÊNCIAS

- Lucia A, Hoyos J, Santalla A, Perez M, Chicharro JL. Kinetics of  $VO_2$  in professional cyclists. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34(2):320-5.
- Denadai BS. Avaliação aeróbia. Determinação indireta da resposta do lactato sanguíneo. Rio Claro: Motriz; 2000.
- Londeree BR. Effect of training on lactate/ventilatory thresholds: a meta analysis. *Med Sci Sports Exerc.* 1997;29(6):837-43.
- Svedahl K, Macintosh BR. Anaerobic threshold: The concept and methods of measurement. *Can J Appl Physiol.* 2003;82(2):299-323.



5. Stegmann H, Kindermann W, Schanabel A. Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. *J Sports Med.* 1981;2(3):160-5.
6. Kuipers H, Rietjens G, Verstappen F, Schoenmarks H, Hofman G. Effects of stage duration in incremental running tests on physiological variables. *Int J Sports Med.* 2003;24:486-91.
7. Simoes HG, Campbell CSG, Tango MLL, Mello F, Maziero DC, Baldissera V. Lactate minimum test in swimming: relationship to performance and maximal lactate steady state. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(5 Suppl):161.
8. Monod H, Scherrer J. The work capacity of a synergic muscular group. *Ergonomics.* 1965;8:329-38.
9. Wakayoshi K, Ilkuta K, Yoshida T. Determination and validity of critical velocity as an index of swimming performance in the competitive swimmer. *Eur J Appl Physiol.* 1992;64:153-7.
10. Hirai DM, Brunetto AF, Nakamura FY. Consumo de oxigênio em exercício exaustivo realizado na velocidade crítica e na velocidade associada ao  $VO_{2max}$ . *Rev Ed Fisica.* 2007;18(Suppl):80-4.
11. Hill DW. Aerobic and anaerobic contributions in middle distance running events. *Motriz.* 2001;7(1 Suppl):S63-8.
12. Ribeiro L, Balakian P, Malachias P, Baldissera V. Stage length, spline function and lactate minimum swimming speed. *J Sports Med Phys Fitness.* 2003;43(3):312-8.
13. Baldari C, Guidetti L. A simple method for individual anaerobic threshold as predictor of max lactate steady state. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32:1798-1802.
14. Simões HB, Campbell CSG, Baldissera V, Denadai BS, Kokubun E. Determinação do limiar anaeróbico por meio de dosagens glicêmicas e lactacidêmicas em teste de pista para corredores. *Rev Paul Educ Fis.* 1998;12:17-30.
15. Denadai BS, Ortiz MJ, Stella S, Mello MT. Validade da velocidade crítica para a determinação dos efeitos do treinamento no limiar anaeróbico em corredores de endurance. *Rev Port Ciências Desp.* 2003;3:16-23.
16. Jones AM, Doust JH. The conconi test is not valid for estimation of the lactate turnpoint in runners. *J Sports Sci.* 1997;15:385-94.
17. Heck H, Mader A, Hess G, Mücke S, Müller R, Hollmann W. Justification of the 4-mmol/l lactate threshold. *Int J Sports Med.* 1985;6:117-30.
18. Okuno NM, Perandini LAB, Moysés EP, Nakamura PM, Ribeiro PAB, Nakamura FB. Aplicação do modelo de velocidade crítica à corrida bidirecional de 20 metros. *Rev Ed Fisica.* 2007;18(suppl):50-3.
19. Bishop D, Jenkins DG, Howard A. The critical power is dependent on the duration of the predictive exercise tests chosen. *Int J Sports Med.* 1998;19:125-9.
20. Hughson RL, Orok CJ, Staudt LE. A high velocity treadmill running test to assess endurance running potential. *Int J Sports Med.* 1984;5:23-5.
21. Pacheco ME, Silva LGM, Baldissera V, Campbell CSG, Liberti EA, Simões HG. Relação entre velocidade crítica, limiar anaeróbico, parâmetros associados ao  $VO_{2max}$ , capacidade anaeróbia e custo de  $O_2$  submáximo. *Motriz.* 2006;12:103-11.
22. Kranenburg K, Smith D. Comparison of critical speed determined from track running and treadmill tests in elite runners. *Med Sci Sports Exerc.* 1996;28:614-8.
23. Kokubun E. Velocidade crítica como estimador do limiar anaeróbico na natação. *Rev Paul Educ Fis.* 1996;10:5-20.
24. Wakayoshi K, Yoshida T, Harada T, Moritani T, Mutoh Y, Miyashita M. Does critical swimming velocity represent exercise intensity at maximal lactate steady state? *Eur J Appl Physiol.* 1993;66:90-5.
25. Midgley AW, McNaughton LR, Carroll S. Physiological determinants of time exhaustion during intermittent treadmill running at  $VO_{2max}$ . *Int J Sports Med.* 2007;28:273-80.
26. Ribeiro LG, Santos TM, Lima JRP, Novaes JS. Determinantes do tempo limite na velocidade correspondente a  $VO_{2max}$  em indivíduos fisicamente ativos. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2008;10:69-75.
27. Nummela A, Härmäläinen I, Rusko H. Comparison of maximal anaerobic running tests on a treadmill and track. *J Sports Sci.* 2007;25:87-96.
28. Silva ASR, Santos FNC, Santhiago V, Gobatto CA. Comparação entre métodos invasivos e não invasivos de determinação da capacidade aeróbia em futebolistas profissionais. *Rev Bras Med Esporte.* 2005;11:233-7.
29. Goolnick P, Bayly W, Hodgson D. Exercise intensity, training, diet, and lactate concentration in muscle and blood. *Med Sci Sports Med.* 1986;18:334-40.
30. McGehee JM, Tanner CJ, Houmard JA. A comparison of methods for estimating the lactate threshold. *J Strength Cond Res.* 2005;19:553-8.
31. Billat V, Binssel V, Koralsztein JP. High level runners are able to maintain a  $VO_2$  steady-state below  $VO_{2max}$  in an all-out run over their critical velocity. *Arch Physiol Bioch.* 1998;106:38-45.
32. Lamb GD, Stephenson DG, Bangsbo J, Juel C. Point: lactic acid accumulation is an advantage during muscle activity. *J Appl Physiol.* 2006;100:1410-2.

**Recebido: 11/08/2008 – Aceito: 22/10/2008**