

### A INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO AERÓBIO COM INTENSIDADES DE 90% E 110% DA VELOCIDADE DE CORRIDA CORRESPONDENTE A 4,0mM DE LACTATO SANGUÍNEO SOBRE O $VO_{2\text{máx}}$ E O LIMIAR DE LACTATO EM JOVENS DE 18 E 19 ANOS

Fernando Cesar Costa de Almeida<sup>1</sup>

#### RESUMO

Há muitos anos, o limiar de lactato vem sendo investigado como preditor fidedigno da performance de atletas de alto nível para corridas de 5 Km até maratona. Porém, poucos estudos têm demonstrado relações entre o treinamento no limiar de lactato e o desempenho de populações como sedentários, crianças, pessoas destreinadas, populações especiais, etc. Com o intuito de verificar a evolução de parâmetros da potência e capacidade aeróbia máxima em jovens recém incorporados ao Exército Brasileiro, vinte alunos do Núcleo de Preparação de Oficiais da Reserva (NPOR), destreinados, do gênero masculino e com idades entre 18 e 19 anos, realizaram um treinamento durante dois meses, cinco vezes por semana com cargas individuais. Os alunos foram divididos em dois grupos "A" e "B", com n=10 para cada grupo e as intensidades do treinamento foram de 90% e 110%, respectivamente, da velocidade de corrida correspondente à concentração de 4,0mM de lactato sanguíneo. O protocolo utilizado para determinação da captação máxima de oxigênio ( $VO_{2\text{máx}}$ ) e do limiar de lactato a 4,0mM foi o teste de 3200 metros proposto por Weltman (1987). Os resultados mostraram aumentos significativos do  $VO_{2\text{máx}}$  e do limiar de lactato para o grupo que treinou a 90%. Para os alunos que treinaram a 110%, também ocorreram mudanças das variáveis citadas, porém com incrementos menores. Os resultados permitem concluir que o programa de treinamento aeróbio, baseado no treinamento intervalado e de corrida contínua de alta intensidade e aliados a intensidade de 90% e 110% do limiar de lactato a 4,0mM, aumentaram a capacidade e a potência aeróbia de ambos os grupos analisados.

**Palavras Chaves:** limiar de lactato, captação máxima de oxigênio ( $VO_{2\text{máx}}$ ), concentração de lactato sanguíneo e treinamento aeróbio.

1- Programa de Pós Graduação Lato Sensu em Fisiologia do Exercício – Prescrição do Exercício da Universidade Gama Filho - UGF

#### ABSTRACT

The Influence of Aerobic Training With an Intensity of 90% To 110% of the Speed Corresponding to 4.0 Mm Blood Lactate  $Vo_2$  Max and on the Lactate Threshold in Young of 18 and 19 Years

For many years, the lactate threshold has been investigated as a trustworthy indicator of the high level athletes performance for 5 Km race and longer, including marathon. However, few researches have demonstrated connection between the training in the lactate threshold and the performances of sedentary persons, children, untrained people, special persons, etc. With the purpose of checking the evolution of power and maximum aerobic capacity parameters in young boys just incorporated to Brazilian Army, twenty male and untrained pupils of the *Núcleo de Preparação de Oficiais da Reserva* (NPOR), with ages between 18 and 19, trained during two months, five times a week, with individual loads. The pupils were separated in two groups "A" and "B" with n=10 for each group. The training intensities were, respectively, 90% and 110% of the race speed corresponding to 4.0mM of blood lactate concentration. The protocol used to determine the maximum oxygen uptake ( $VO_{2\text{max}}$ ) and the lactate threshold at 4.0mM was the 3200 meters test proposed by Weltman (1987). The results had shown significant increases of the  $VO_{2\text{max}}$  the lactate threshold in the group that trained at 90%. There were also changes in the mentioned variables in the group that trained at 110%, but the increments were shorter. The results allow to conclude that the aerobic training program based on race with intervals and high intensity continuous race, allied to 90% and 110% intensity of the lactate threshold at 4.0mM, had increased the capacity and the aerobic power of both analyzed groups"

**Key Words:** lactate threshold, maximum oxygen uptake, blood lactate concentration and aerobic training

fccdealmeida@ig.com.br

## INTRODUÇÃO

Com o aumento do interesse da população mundial pela prática da atividade física voltada para os benefícios da saúde e o desejo de melhores resultados em competições esportivas, o profissional de educação física necessita desenvolver programas de treinamento para a melhora de parâmetros em função dos efeitos fisiológicos provocados pela atividade aeróbia.

Neste contexto, o treinamento aeróbio tem evoluído com o passar dos tempos, apoiando-se no desenvolvimento tecnológico dos laboratórios de fisiologia humana e do exercício. Os testes realizados nos laboratórios conseguem analisar uma enormidade de variáveis que influenciam a performance do indivíduo de maneira mais precisa. Destacam-se, dentre estes testes, os que determinam as concentrações de lactato sanguíneo para se estabelecer o limiar de lactato.

Todavia, os custos elevados dos testes laboratoriais fazem com que seja necessária a aplicação de protocolos indiretos, desde que validados, para prescrição da atividade física diária e definição de parâmetros para a montagem de programas de treinamento a fim de atender um número cada vez maior de atletas e/ou esportistas.

Segundo Herrera (2001), o limiar de lactato é, ainda hoje, foco de várias discussões em congressos relacionados ao desempenho humano na atividade física. Existe um seleto grupo de cientistas que indica o limiar de lactato como o principal fator para avaliação da potência aeróbia máxima, isto é, a capacidade máxima de gerar trabalho de um indivíduo sem incremento brusco da glicólise anaeróbia, principalmente quando relacionado a atletas de alto nível.

Entretanto, poucos estudos relatam a evolução deste indicador sobre outros grupos, praticante ou não, de atividade física. Inserido neste grupo, podemos destacar os jovens que ingressam nas Forças Armadas.

A cada ano, o Exército Brasileiro recebe milhares de jovens para prestar o serviço militar obrigatório. Neste período de permanência nos quartéis, os jovens são submetidos a inúmeras instruções militares e, dentre elas está o Treinamento Físico Militar (TFM).

O treinamento físico militar tem por objetivos, entre outros, assegurar o adequado condicionamento físico necessário ao cumprimento das missões do Exército e estimular a prática esportiva em geral.

Para cumprir esses objetivos, utilizam-se diversos tipos de treinamento, como por exemplo, o de corrida. Os volumes variam de 3200 metros até a maratona, contudo, existe a dificuldade em se estabelecer intensidades individuais mais precisas, levando-se em conta a grande quantidade de militares em cada quartel. Isto ratifica a necessidade de se estabelecer parâmetros fidedignos para o Treinamento Físico Militar.

Isto exposto percebe-se que existe uma grande dificuldade em se estabelecer parâmetros fisiológicos individuais testados em laboratório, de como a atividade física diária deva ser realizada em função da individualidade biológica e da carga de esforço.

## LIMIAR DE LACTATO

Segundo Powers e Howley (2000), a maioria da produção de ATP utilizada para o fornecimento de energia à contração muscular nos estágios iniciais de um teste de exercício progressivo é oriunda de fontes aeróbias. No entanto, à medida que a intensidade do exercício aumenta, as concentrações de ácido láctico começam a se elevar de forma exponencial.

Estudos recentes têm demonstrado que a elevação das concentrações sanguíneas de ácido láctico durante o exercício progressivo, pode ser resultado do aumento da produção de ácido láctico pela falta de oxigênio muscular, pela glicólise acelerada, pelo recrutamento das fibras de contração rápida e/ou pela diminuição da taxa de remoção do ácido láctico. O limiar de lactato representa o ponto em que as concentrações de ácido láctico começam a aumentar de forma contínua e sistemática, quando a velocidade de remoção é menor que da produção. Como a fadiga está associada as concentrações elevadas de ácido láctico no sangue e nos músculos, é correto relacionar limiar de lactato com o desempenho das atividades de endurance com mais de 12 minutos. Isto é, a mensuração para estimar a velocidade máxima da corrida constante é útil na previsão de sucesso na corrida de 3200 m até a maratona.

Powers e Howley (2000), relatam que a maneira para se estimar a velocidade máxima da corrida constante é pela determinação do limiar de lactato.

De acordo com Simões e colaboradores citado por Hollmann (1995); Oliveira, Gagliardi e Kiss (1994), o limiar de lactato é um parâmetro da aptidão aeróbia que vem sendo utilizado na prescrição da intensidade de exercícios para o treinamento.

Independentemente dos fatores fisiológicos que venham a determinar o limiar de lactato, o momento em que as concentrações de lactato sanguíneo começam a aumentar é de suma importância para o planejamento da intensidade do exercício de programas de treinamento de endurance.

Conforme Weltman (1985), a resposta do lactato sanguíneo ao exercício parece estar muito mais relacionada ao resultado da performance em atividades de resistência (endurance) do que à captação máxima de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ), sendo aquele mais seguro para predição de programas de treinamento.

Simões e colaboradores citado por Ribeiro e colaboradores (1986); Heck e colaboradores (1985); Jacobs (1996), apresentou dentre os diversos protocolos para determinação do limiar de lactato, que alguns utilizam variáveis ventilatórias ou metabólicas, especialmente a dosagem de lactato sanguíneo com concentração correspondente a 4,0mM. Mais recentemente, protocolos indiretos têm sido utilizados para determinação de limiares de lactato com resultados bastante expressivos.

Para Weltman (1987), o limiar de lactato tem sido apresentado como um fidedigno preditor da performance de endurance e exercícios submáximos. Isto sugere o cálculo da intensidade de treinamento baseada na velocidade associada com o limiar de lactato a concentrações sanguíneas de 4,0 mM de lactato.

Segundo Denadai, Greco e Donega (1997), o limiar de lactato, por ser um parâmetro fisiológico que pode determinar a mais alta taxa metabólica na qual se mantém uma atividade por um longo período de tempo, tem sido utilizado para avaliação e prescrição do treinamento aeróbio em diversas modalidades esportivas, como também para indivíduos sedentários.

Powers e Howley (2000), demonstram que o limiar de lactato pode ser utilizado para

estimativa de sucesso de corridas de distâncias de 5.000 e 10.000m. Foi evidenciado que existe uma íntima relação entre limiar de lactato e limiar ventilatório e que o ritmo máximo equivalente a estes limiares pode ser mantido em corridas acima de 10.000m. Isto significa que tanto a determinação do  $VO_{2máx}$  quanto do limiar de lactato são de fundamental importância para que o indivíduo obtenha o melhor rendimento.

De acordo com Tourinho Filho e colaboradores citado por Davis (1985), o limiar de lactato apresenta-se mais sensível aos efeitos da atividade aeróbia sobre o organismo do que a captação máxima de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ). Isto significa que é possível, através da determinação do limiar de lactato, adequar de forma mais precisa a intensidade e duração da atividade física.

Weltman e colaboradores (1987) dizem que existe uma excelente relação entre o limiar de lactato e o resultado nas corridas de longas distâncias. Para Weltman e colaboradores citado por Costill e colaboradores (1973), o sucesso nos resultados de corridas de longas distâncias estão relacionados com a capacidade de atrasar o acúmulo de ácido láctico.

Segundo Sjodin, Jacobs e Svendenhagl (1982), o treinamento de 20 minutos na velocidade de lactato a 4,0mM, um dia por semana, durante 14 semanas resultaram um significativo aumento da velocidade de corrida a concentrações 4,0mM lactato e na atividade metabólica músculo-esquelética em corredores bem treinados do gênero masculino.

É importante ressaltar que cada indivíduo possui um ponto de limiar de lactato, porém diversos estudos estabelecem o valor da concentração fixa de 4,0mM como sendo o ponto de inflexão da curva de lactato, onde as concentrações de lactato sanguíneo começam a subir de maneira exponencial.

### **CAPTAÇÃO MÁXIMA DE OXIGÊNIO ( $VO_{2máx}$ )**

Segundo Powers e Howley (2000), a mensuração da captação máxima de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ) representa o padrão contra o qual qualquer estimativa da função cardiorespiratória é comparada. Existe uma relação direta entre o aumento da carga de esforço e o aumento do  $VO_2$  até que seja

atingida a capacidade máxima do sistema cardiorespiratório.

O  $VO_{2máx}$  relaciona-se ao produto da frequência cardíaca máxima pelo volume de ejeção máximo (débito cardíaco) e pela extração sistêmica de oxigênio máximo (diferença arteriovenosa de oxigênio máxima).

Para demonstrar esta relação, é apresentado um estudo transversal que relata uma comparação entre três grupos de indivíduos e demonstra que a maior diferença entre os grupos está no valor do volume de ejeção (Tabela 01).

**Tabela 01 Bases fisiológicas das diferenças do  $VO_2$  máx em diferentes populações**

População	$VO_2$ máx (ml/min)	FC	Volume de ejeção (l/batimento)	Diferença a-v $O_2$ (ml de $O_2$ /l)
Atletas	6.250	190	0,205	x 160
Normalmente ativos	3.500	195	0,112	x 160
Estenose mitral	1.400	190	0,043	x 170

Powers e Howley(2000)

O valor mensurado para o  $VO_{2máx}$  pode sofrer alterações entre indivíduos, dependendo da carga genética, dos níveis de aptidão física, da idade, de cardiopatias, do protocolo utilizado para medição ou de fatores ambientais durante o teste. Essas alterações podem ser tanto em relação a valores quanto à estabilização do  $VO_{2máx}$  ao final do teste.

Powers e Howley (2000) afirmam que caso não ocorra a estabilização dos valores do  $VO_{2máx}$ , tem-se o que se chama de  $VO_{2máx}$  de pico, que é utilizado para descrever o  $VO_2$  mais alto obtido durante um protocolo de teste. Durante o exercício progressivo a ventilação aumenta de forma linear com a captação de oxigênio até por volta de 50-75% do oxigênio máximo, quando a ventilação começa a subir de forma exponencial. O ponto de inflexão na curva da ventilação é denominado de limiar ventilatório e apresenta-se bem próximo ao ponto do limiar de lactato.

Segundo Maughan, Gleeson e Greenhaff (2000), a capacidade de realizar exercícios de resistência (endurance) depende da força aeróbia máxima que pode ser desenvolvida ( $VO_{2máx}$ ) e da fração de  $VO_{2máx}$  que pode ser sustentada. Nos exercícios como corrida, o  $VO_{2máx}$  é mais comumente limitado pela liberação de oxigênio aos músculos em ação do que pela capacidade dos músculos de extrair e utilizar o oxigênio.

Os atletas de resistência (endurance) de elite atingem um  $VO_{2máx}$  elevado e também desenvolvem a capacidade de se exercitar durante períodos prolongados a uma porcentagem elevada do  $VO_{2máx}$ .

## PRINCÍPIOS DO TREINAMENTO

Maughan, Gleeson e Greenhaff (2000), utilizam o termo "exercício prolongado" para definir a intensidade de exercícios que podem ser sustentados por períodos de 30 a 180 minutos. Na prática, são intensidades de exercícios com captação máxima de oxigênio entre 60 e 85%.

A repetição de exercícios durante dias, semanas ou meses, dentro de cargas ideais aos objetivos propostos, faz com que venham a surgir adaptações fisiológicas e bioquímicas no indivíduo, melhorando o desempenho de realizar tarefas específicas. Estas respostas ao exercício vão depender da intensidade, duração do exercício, do tipo de treinamento, da frequência de repetição da atividade, das limitações genéticas e do nível anterior de atividade do indivíduo.

Para uma adaptação efetiva, a sobrecarga de exercício deve ser específica, repetitiva e num nível superior ao que vinha sendo realizado. Outro fator importante são as adaptações fisiológicas e metabólicas ao treinamento serem específicas à natureza da sobrecarga do exercício. Quando se utilizam no treinamento os músculos específicos da atividade em foco, como, por exemplo, corrida, o exercício regular produz adaptações centrais (melhoria do desempenho cardíaco), e periféricas (melhoria do desempenho muscular local).

### TREINAMENTO AERÓBIO

Segundo Tourinho Filho e colaboradores (1998), a prescrição da atividade física realizada por meio da velocidade no limiar de lactato possibilita a execução de um treinamento aeróbio muito mais individualizado, principalmente da potência aeróbia.

Powers e Howley (2000), apresentam os três métodos principais de treinamento aeróbio: intervalado, longa distância e ritmo lento e exercício contínuo de alta intensidade. Porém, existem muitas discussões de qual

apresenta os melhores resultados para aumento do  $VO_{2máx}$ . No entanto, existem evidências de que é a intensidade, e não a duração, o fator mais importante para aumento do  $VO_{2máx}$ .

Para Maughan, Gleeson e Greenhaff (2000), o treinamento de sobrecarga de resistência que envolve exercícios entre 50 – 80% do  $VO_{2máx}$ , durante períodos longos e repetidos por diversas semanas, produz adaptações que melhoram significativamente as capacidades funcionais atreladas a liberação, captação e utilização do oxigênio. (Tabela 02).

#### **Tabela 02** Adaptação muscular durante o treinamento de resistência (*endurance*)

---

Hipertrofia seletiva das fibras do tipo I  
 Aumento da quantidade de capilares sanguíneos por fibra muscular  
 Aumento do conteúdo de mioglobina  
 Aumento da capacidade de mitocôndrias de gerar ATP por meio de fosforilação oxidativa  
 Aumento do tamanho e da quantidade de mitocôndrias  
 Aumento da capacidade de oxidação dos lipídios e carboidratos  
 Aumento da confiança nos lipídios como substrato energético  
 Maior conteúdo de glicogênio e de triglicerídeos  
 Aumento da capacidade de resistência

---

Maughan, Gleeson e Greenhaff (2000)

A capacidade para se manter um exercício prolongado, como, por exemplo, a maratona, depende da taxa de utilização de ATP, se isso não ocorrer, surgirá à fadiga. Isto é, a taxa de utilização de ATP cai e a produção de potência declina.

A realização regular de exercício de resistência (*endurance*) provoca adaptações musculares e cardiovasculares que influenciam os processos de produção de ATP determinando a provisão de substrato energético e de oxigênio. Estas adaptações, inclusive as ultra-estruturais e metabólicas (enzimáticas), acarretam aumento da liberação de oxigênio e de sua extração pela musculatura ativa, assim como o controle e melhora do metabolismo no interior das fibras musculares individuais.

Segundo Weltman (1985), quando indivíduos são submetidos a treinamentos de resistência (*endurance*), sabe-se que o acúmulo de lactato sanguíneo diminui durante exercícios de mesma intensidade. Os mecanismos desta adaptação ainda não estão bem definidos, porém, acredita-se que essa resposta do organismo ao treinamento deve-se a uma menor produção de lactato e/ou a uma melhora na eficiência da remoção e

ressíntese do mesmo, devido a adaptação enzimática ao exercício.

De acordo com Maughan, Gleeson e Greenhaff (2000), no músculo treinado a mitocôndria aumenta sua capacidade em gerar aerobiamente ATP, pois há um aumento acentuado tanto no tamanho, quanto no número de mitocôndrias do músculo. Todavia, foi verificado que é uma resposta específica, ocorrendo somente naqueles músculos envolvidos no treinamento. Também parece ocorrer alterações na atividade das enzimas individuais no interior da mitocôndria.

As adaptações máximas do conteúdo mitocondrial parecem ocorrer com exercícios de menor duração e quando a intensidade é aumentada em 40% até 90% do  $VO_{2máx}$ .

Para McArdle, Katch e Katch (2003), o exercício realizado ao nível ou ligeiramente acima do limiar de lactato proporciona um treinamento aeróbio efetivo, com os níveis mais altos do exercício produzindo os maiores benefícios, particularmente para os indivíduos aptos.

Diante da necessidade dos militares atingirem o melhor condicionamento aeróbio para o cumprimento de suas missões, o presente estudo tem por objetivo verificar, em

jovens de 18 e 19 anos, após oito semanas de treinamento, a influência do treinamento aeróbio com intensidades de 90 e 110% da velocidade de corrida (m/min) correspondente a concentração fixa de lactato sanguíneo a 4,0mM sobre a captação máxima de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ) e limiar de lactato a concentração de 4,0mM. Para a aplicação das cargas de treinamento será considerado a individualidade da velocidade de corrida no limiar de lactato a 4,0mM.

Com isso, tentar-se-á estabelecer parâmetros (intensidade/volume) de treinamento para indivíduos que realizam provas de corrida entre 3200 metros até a maratona.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Amostra

Participaram da pesquisa vinte alunos do Núcleo de Preparação de Oficiais da Reserva (NPOR), voluntários, recém incorporados às fileiras do Exército Brasileiro em fevereiro de 2004. No início do estudo, todos os alunos estavam com quatro semanas de instrução militar. Os voluntários vinham realizando atividades físicas três vezes na semana por 60 minutos. Estas atividades variavam entre treinamento aeróbio, neuromuscular e prática esportiva.

Os alunos possuem características bastante homogêneas quanto a idade, treinamento militar, alimentação, horários, instruções durante o período de permanência no quartel. (Tabela 03).

**Tabela 03** Descrição dos sujeitos que participaram do teste

Militares do gênero masculino	
Idade	Entre 18-19 anos
Peso	Entre 54 e 90 Kg
Altura	Entre 164 e 187 cm
Tempo de atividade no quartel	06 horas diárias

Antes de participarem do estudo, os indivíduos foram informados de todos os procedimentos inerentes ao teste e assinaram um termo de consentimento concordando com a participação na atividade. A pesquisa foi autorizada pelo Comandante do 23º Batalhão de Infantaria sediado em Blumenau - SC.

### Protocolo utilizado

Segundo Weltman e colaboradores (1987), o teste de corrida de 3200 metros é um teste de campo preciso e extremamente válido para predição do limiar de lactato e da captação máxima de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ) associado a concentrações fixas de lactato sanguíneo a 2,0, 2,5, e 4,0mM e valores de pico para corredores do gênero masculino. As velocidades correspondentes a estes pontos podem ser utilizadas como estratégia para as corridas de 10.000 metros até maratona.

O método consiste em cada indivíduo correr 3.200 metros no menor tempo possível e, com este tempo calcular o valor de  $VO_{2máx}$  e da velocidade de corrida para o limiar de lactato a 2,0, 2,5, e 4,0mM e valores de pico.

**Tabela 04** Predição da velocidade (m/min) no limiar de lactato em concentrações de lactato sanguíneo de 2,0; 2,5 e 4,0 mM e velocidade de pico a partir da performance no teste de 3200m.

Velocidade LT(m/min) $r=0,85$	= 493,0-22,78 x tempo 3200 m(min)	SEE= 14,51 m/min
Velocidade 2,0mM (m/min) $r= 0,85$	= 497,3-21,56 x tempo 3200 m(min)	SEE= 13,33 m/min
Velocidade 2,5mM (m/min) $r=0,86$	= 504,4-21,54 x tempo 3200 m(min)	SEE= 12,85 m/min
Velocidade 4,0mM(m/min) $R=0,88$	= 509,5-20,82 x tempo 3200 m(min)	SEE= 11,40 m/min
Velocidade Pico(m/min) $r=0,87$	= 498,0-18,84 x tempo 3200 m(min)	SEE= 11,12 m/min

Weltman e colaboradores (1987)

**Tabela 05** Predição do  $VO_2$  (ml/Kg.min<sup>-1</sup>) no limiar de lactato em concentrações de lactato sanguíneo de 2,0; 2,5 e 4,0 mM e velocidade de pico a partir da performance no teste de 3200m.

$VO_2$ LT(ml/ Kg.min <sup>-1</sup> ) / $R=0,77$	= 111,5-5,200 x tempo 3200 m(min)	SEE= 4,38 ml/ Kg.min <sup>-1</sup>
$VO_2$ 2,0mM (ml/ Kg.min <sup>-1</sup> ) / $R= 0,75$	= 111,8-4,867 x tempo 3200 m(min)	SEE= 4,34 ml/ Kg.min <sup>-1</sup>
$VO_2$ 2,5mM (ml/ Kg.min <sup>-1</sup> ) / $R=0,75$	= 108,5-4,443 x tempo 3200 m(min)	SEE= 3,93 ml/ Kg.min <sup>-1</sup>
$VO_2$ 4,0mM (ml/ Kg.min <sup>-1</sup> ) / $R=0,79$	= 122,0-5,310 x tempo 3200 m(min)	SEE= 4,17 ml/ Kg.min <sup>-1</sup>
$VO_2$ Pico (ml/ Kg.min <sup>-1</sup> ) / $R=0,73$	= 118,4-4,770 x tempo 3200 m(min)	SEE= 4,51 ml/ Kg.min <sup>-1</sup>

Weltman e colaboradores (1987)

### Procedimentos

Foi aplicado o protocolo sugerido por Weltman e colaboradores (1987) e determinada a velocidade de corrida no limiar de lactato a 4,0mM (m/min) por um teste de corrida de 3200 metros. O teste inicial foi realizado numa pista de atletismo com 350 metros estando a umidade relativa do ar (URA) em 62%.

Os resultados foram analisados e calculadas as velocidades de corrida (m/min)

equivalentes a 4,0mM de lactato sanguíneo para cada indivíduo. Os 20 alunos foram divididos em dois grupos "A" e "B", com n=10 indivíduos em cada. O grupo "A" treinou a 90% e o "B" a 110% da velocidade de corrida correspondente a 4,0mM de lactato (Tabela 06). Esta divisão foi realizada para que se pudesse verificar os efeitos do treinamento sobre o limiar de lactato e no  $VO_{2max}$  de maneira distinta. Foi calculado também, o valores de pico para o  $VO_2$  e limiar de lactato para comparação com os valores a 4,0mM.

**Tabela 06** Resultado do teste inicial e cálculo das velocidades a 90 e 110% para cada aluno

Aluno	% Trab	3200 (min)	$VO_2$ 4,0mM (ml/ Kg.min <sup>-1</sup> )	$VO_2$ Pico (ml/ Kg.min <sup>-1</sup> )	V LT 4,0mM (m/min)	Vel Pico	% $VO_2$ a 4,0mM do $VO_2$ Pico	90% V LT 4,0mM (m/min)	110% V LT 4,0mM (m/min)
01	90	15,62	39,06	43,89	184,29	203,72	88,98	165,86	-
02	90	15,75	38,37	43,27	181,59	201,27	88,66	163,43	-
03	90	15,42	40,12	44,85	188,46	207,49	89,46	169,61	-
04	90	17,8	27,48	33,49	138,90	162,65	82,05	125,01	-
05	90	16,37	35,08	40,32	168,68	189,59	87,00	151,81	-
06	90	17,8	27,48	33,49	138,90	162,65	82,05	125,01	-
07	90	15,95	37,31	42,32	177,42	197,50	88,15	159,68	-
08	90	15,23	41,13	45,75	192,41	211,07	89,89	173,17	-
09	90	15,92	37,46	42,46	178,05	198,07	88,23	160,24	-
10	90	15,42	40,12	44,85	188,46	207,49	89,46	169,61	-
11	110	14,53	44,85	49,09	206,99	224,25	91,35	-	227,68
12	110	13,25	51,64	55,20	233,64	248,37	93,56	-	257,00
13	110	14,63	44,31	48,61	204,90	222,37	91,15	-	225,39
14	110	13,12	52,33	55,82	236,34	250,82	93,76	-	259,98
15	110	14,2	46,60	50,67	213,86	230,47	91,97	-	235,24
16	110	14,37	45,70	49,86	210,32	227,27	91,66	-	231,35
17	110	14,8	43,41	47,80	201,36	219,17	90,81	-	221,50
18	110	14,75	43,68	48,04	202,41	220,11	90,91	-	222,65
19	110	14,82	43,31	47,71	200,95	218,79	90,77	-	221,04
20	110	13,8	48,72	52,57	222,18	238,01	92,67	-	244,40

O treinamento foi realizado por dois meses, cinco vezes por semana, no mesmo horário e com duração de aproximadamente 01 hora 30 min, dependendo do treino previsto. (Tabela 07)

Os indivíduos foram submetidos a um treinamento intervalado que variava em distâncias de 700 a 3000 metros com intervalos ativos de um minuto e meio a cinco minutos entre cada execução. O volume do treino variou de 5000 a 12000 metros. A pista de atletismo foi marcada de 50 em 50 metros

para que o controle da velocidade de corrida, a qual deveria ser mantida, fosse monitorada por sete instrutores do NPOR.

Foram realizados também, uma vez por semana, oito treinos de corrida contínua em percursos de rua com distâncias de 5000 e 8400 metros dentro da velocidade de corrida equivalente 4,0mM (m/min) de lactato estabelecida para cada aluno.

Segundo Powers e Howley(2000), o exercício contínuo de alta intensidade é um meio excepcional para aumentar o  $VO_{2max}$  e o

# 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 / www.rbpex.com.br

**Tabela 07 Tabela de treinamento para oito semanas**

S	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
S 1	1 x 3000 m intervalo de 5 min 1 x 2000 m intervalo de 3 min 1 x 1000 m TOTAL= 6 Km	- Corrida de 3 Km - 04 X 1000 m, com 5 min de intervalo entre cada tiro TOTAL= 7 Km	- 5 tiros de 10 min, com três minutos de intervalo entre cada tiro	- Corrida de 03 Km - 05 X 1000 m, com 5 min de intervalo entre cada tiro TOTAL= 8 Km	- Corrida de 5 Km
S 2	1 x 3000 m intervalo de 5 min 1 x 2000 m intervalo de 3 min 1 x 1000 m TOTAL= 6 Km	1 x 3000 m intervalo de 5 min 1 x 2000 m intervalo de 3 min 1 x 1000 m intervalo de 1 min 30s 1 x 1000 m TOTAL= 7 Km	1 x 3000 m intervalo de 5 min 1 x 3000 m intervalo de 5 min 1 x 3000 m intervalo de 3 min 1 x 1000 m TOTAL= 10 Km	1 x 3000 m intervalo de 5 min 1 x 2000 m intervalo de 3 min 1 x 1000 m intervalo de 1' 30" 1 x 1000 m TOTAL= 7 Km	- Corrida de 5 Km
S 3	7 x 1000 m intervalo de 3 min entre cada tiro TOTAL= 7 Km	2 x 2000 m intervalo de 3 min 1 x 1000 m intervalo de 2 min 2 x 2000 m intervalo de 3 min 1 x 1000 m TOTAL= 10 Km	1 x 3000 m intervalo de 5 min 1 x 2000 m intervalo de 4 min 1 x 1000 m intervalo de 3 min 1 x 3000 m intervalo de 5 min 1 x 2000 m intervalo de 4 min 1 x 1000 m TOTAL= 12 Km	1 x 3000 m intervalo de 5 min 1 x 2000 m intervalo de 4 min 1 x 1000 m intervalo de 1' 30" 1 x 700 m intervalo de 30 seg 1 x 350 m TOTAL= 7050 m	- Corrida de 5 Km
S 4	1 x 2000 m intervalo de 3 min 1 x 1000 m intervalo de 1'30" 3 x 700 m com intervalos de 1' 30" TOTAL= 5,1 Km	1 x 3000 m intervalo de 5 min 1 x 2000 m intervalo de 3 min 1 x 1000 m TOTAL= 6 Km	1 x 2000 m intervalo de 5 min 1 x 2000 m intervalo de 5 min 1 x 2000 m intervalo de 3 min 1 x 1000 m TOTAL= 7 Km	1 x 3000 m intervalo de 5 min 1 x 2000 m intervalo de 3 min 1 x 1000 m TOTAL= 6 Km	- Corrida de 8,4 Km
S 5	1 x 3000 m intervalo de 5min 1 x 2000 m intervalo de 3 min 1 x 1000 m TOTAL= 6 Km	1 x 3000 m intervalo de 5 min 1 x 2000 m intervalo de 3 min 1 x 1000 m intervalo de 1 min 30s 1 x 1000 m TOTAL= 7 Km	1 x 3000 m intervalo de 5 min 1 x 3000 m intervalo de 5 min 1 x 3000 m intervalo de 3 min 1 x 1000 m TOTAL= 10 Km	1 x 3000 m intervalo de 5 min 1 x 2000 m intervalo de 3 min 1 x 1000 m intervalo de 1min 30s 1 x 1000 m TOTAL= 7 Km	- Corrida de 8,4 Km
S 6	1 x 3000 m intervalo de 5 min 1 x 2000 m intervalo de 3 min 2 x 1000 m TOTAL= 7 Km	1 x 3000 m intervalo de 5 min 2 x 2000 m intervalo de 3 min 1 x 1000 m intervalo de 1 min 30s 1 x 1000 m TOTAL= 9 Km	- Corrida de 8,4 Km	1 x 3000 m intervalo de 5 min 1 x 3000 m intervalo de 5 min 1 x 3000 m intervalo de 3 min 2 x 1000 m TOTAL= 11 Km	1 x 3000 m intervalo de 5 min 1 x 2000 m intervalo de 3 min 1 x 1000 m intervalo de 2 min 1 x 1000 m TOTAL= 7 Km
S 7	1 x 3000 m intervalo de 5 min 2 x 2000 m intervalo de 3 min 2 x 1000 m TOTAL= 9 Km	2 x 3000 m intervalo de 5 min 2 x 2000 m intervalo de 3 min 1 x 1000 m intervalo de 1 min 30s 1 x 1000 m TOTAL= 12 Km	- Corrida de 8,4 Km	1 x 3000 m intervalo de 5 min 1 x 3000 m intervalo de 5 min 1 x 2000 m intervalo de 3 min 2 x 1000 m TOTAL= 10 Km	1 x 3000 m intervalo de 5 min 1 x 2000 m intervalo de 3 min 1 x 1000 m intervalo de 1 min 30 seg 1 x 1000 m TOTAL= 7 Km
S 8	1 x 3000 m intervalo de 5 min 1 x 2000 m intervalo de 3 min 2 x 1000 m TOTAL= 7 Km	1 x 3000 m intervalo de 5 min 2 x 2000 m intervalo de 3 min 1 x 1000 m intervalo de 1 min 30s 1 x 1000 m TOTAL= 9 Km	- Corrida de 5 Km	Teste de 3200 metros	- Livre

limiar de lactato em atletas. Como a intensidade do exercício para maior aumento do  $VO_{2máx}$  pode variar de indivíduo para indivíduo, acredita-se que intensidades entre 80 e 90% do  $VO_{2máx}$  sejam as mais adequadas. Taxas de trabalho igual ou ligeiramente superior ao limiar de lactato produzem um excelente aumento da potência aeróbica máxima, sendo útil em programas de treinamento.

O objetivo do treinamento contínuo de alta intensidade é permanecer na velocidade de corrida do limiar de lactato de 25 a 50 minutos.

Todos os indivíduos realizaram o mesmo treino em relação ao volume e intervalo, contudo a intensidade foi diversificada para cada indivíduo.

Ao final da oitava semana, o teste de 3200 m foi reaplicado para que fossem analisadas e verificadas as alterações nas variáveis propostas para estudo. O teste final foi realizado na mesma pista de atletismo com a umidade relativa do ar (URA) a 76%.

### RESULTADOS

**Tabela 08** Resultado do teste final e cálculo das velocidades a 90 e 110% para cada aluno

Aluno	% Trab	3200 (min)	$VO_2$ 4,0mM (ml/ Kg.min <sup>-1</sup> )	$VO_2$ Pico (ml/Kg.min <sup>-1</sup> )	V LT 4.0 (m/min)	Vel Pico (m/min)	% $VO_2$ a 4,0mM do $VO_2$ Pico	90% V LT 4,0mM (m/min)	110% V LT 4,0mM (m/min)
01	90	13,2	51,91	55,44	234,68	249,31	93,64	211,21	-
02	90	12,98	53,08	56,49	239,26	253,46	93,96	215,33	-
03	90	12,48	55,73	58,87	249,67	262,88	94,67	224,70	-
04	90	14,7	43,94	48,28	203,45	221,05	91,02	183,10	-
05	90	12,97	53,13	56,53	239,46	253,65	93,98	215,52	-
06	90	13,48	50,42	54,10	228,85	244,04	93,20	205,96	-
07	90	12,98	53,08	56,49	239,26	253,46	93,96	215,33	-
08	90	14,4	45,54	49,71	209,69	226,70	91,60	188,72	-
09	90	12,8	54,03	57,34	243,00	256,85	94,22	218,70	-
10	90	13,15	52,17	55,67	235,72	250,25	93,71	212,15	-
11	110	12,1	57,75	60,68	257,58	270,04	95,17	-	283,34
12	110	11,88	58,92	61,73	262,16	274,18	95,44	-	288,37
13	110	12,93	53,34	56,72	240,30	254,40	94,04	-	264,33
14	110	12,1	57,75	60,68	257,58	270,04	95,17	-	283,34
15	110	12,9	53,50	56,87	240,92	254,96	94,08	-	265,01
16	110	13,42	50,74	54,39	230,10	245,17	93,29	-	253,11
17	110	12,72	54,46	57,73	244,67	258,36	94,34	-	269,14
18	110	12,23	57,06	60,06	254,87	267,59	95,00	-	280,36
19	110	13,05	52,70	56,15	237,80	252,14	93,86	-	261,58
20	110	11,85	59,08	61,88	262,78	274,75	95,48	-	289,06

Após o reteste ao final da oitava semana, os resultados foram analisados e comparados com os do teste inicial. Verificou-se que todos os indivíduos melhoraram seus índices no teste de 3200 metros.

Todos os indivíduos que treinaram a 90% da velocidade de corrida a 4,0mM de lactato tiveram um aumento significativo dos valores do  $VO_{2máx}$  e da velocidade de limiar de lactato a 4,0 mM em relação aos que treinaram a 110%. Esse aumento foi

verificado, também, para a velocidade de pico e para o  $VO_2$  pico (Tabela 08 e 09).

Da análise dos resultados nos dois testes, observou-se que os indivíduos que treinaram a 90% da velocidade de lactato a 4,0 mM foram os que tinham obtido os tempos mais elevados no teste inicial. Entretanto, isto não aconteceu por ocasião do teste final, onde 50% dos resultados dos alunos que treinaram a 90% foram tempos menores do que os treinados a 110%.

Outro indicador importante a ressaltar é que os indivíduos que iniciaram o estudo menos condicionados, obtiveram os maiores

ganhos percentuais nas variáveis em estudo (limiar de lactato e  $VO_{2\text{máx}}$ )

**Tabela 09** Evolução percentual após oito semanas de treinamento

Aluno	4,0mM				PICO			
	VO <sub>2</sub> (Final – Inicial)	% de Aumento do VO <sub>2</sub>	V LT (Final-Inicial)	% do Aumento da V LT	VO <sub>2</sub> (Final – Inicial)	% de Aumento do VO <sub>2</sub>	V LT (Final-Inicial)	% de aumento da V LT
01	12,85	32,90	50,38	17,85	11,54	26,30	45,59	22,38
02	14,71	38,34	57,67	21,11	13,21	30,53	52,19	25,93
03	15,61	38,91	61,21	20,65	14,02	31,27	55,39	26,70
04	16,46	59,90	64,54	43,12	14,79	44,15	58,40	35,91
05	18,05	51,47	70,79	30,52	16,22	40,23	64,06	33,79
06	22,94	83,47	89,94	60,09	20,61	61,52	81,39	50,04
07	15,77	42,27	61,84	23,83	14,17	33,48	55,95	28,33
08	4,41	10,72	17,28	5,57	3,96	8,65	15,64	7,41
09	16,57	44,22	64,96	24,84	14,88	35,05	58,78	29,68
10	12,05	30,04	47,26	15,94	10,83	24,14	42,77	20,61
11	12,90	28,77	50,59	13,90	11,59	23,61	45,78	20,41
12	7,27	14,09	28,52	6,03	6,53	11,84	25,81	10,39
13	9,03	20,37	35,39	9,94	8,11	16,68	32,03	14,40
14	5,42	10,35	21,24	4,38	4,87	8,72	19,22	7,66
15	6,90	14,81	27,07	6,93	6,20	12,24	24,49	10,63
16	5,04	11,04	19,78	5,25	4,53	9,09	17,90	7,88
17	11,04	25,44	43,31	12,63	9,92	20,75	39,19	17,88
18	13,38	30,64	52,47	15,14	12,02	25,02	47,48	21,57
19	9,40	21,70	36,85	10,80	8,44	17,70	33,35	15,24
20	10,35	21,25	40,60	9,57	9,30	17,69	36,74	15,44

## DISCUSSÃO

Dentre os principais métodos utilizados para a determinação do limiar de lactato por determinação direta da resposta do lactato sanguíneo, estão aquelas que trabalham com concentrações fixas de 4,0mM e as que utilizam concentrações variáveis.

Para as atividades de corrida, existem não só métodos invasivos, mas também os não invasivos, tendo em vista as constantes avaliações nos diferentes períodos de treinamento. Esta necessidade recai sobre a importância de se verificar os efeitos do treinamento e para se avaliar a evolução dos parâmetros aeróbios e das variáveis que compõem um programa de treinamento.

No estudo em questão, depois de aplicado um programa de treinamento de 08 semanas, todos os alunos melhoraram os índices no teste de 3200 metros (Gráfico 01),

sendo que a evolução tanto percentual quanto absoluta foi maior no grupo que treinou a um percentual de 90% da velocidade de corrida correspondente a 4,0mM de lactato sanguíneo. Foram observados valores de melhora entre 10,72 a 83,47% para o  $VO_{2\text{máx}}$  (Gráfico 02) e entre 5,57 a 60,09% para a velocidade de corrida a 4,0mM (Gráfico 03).

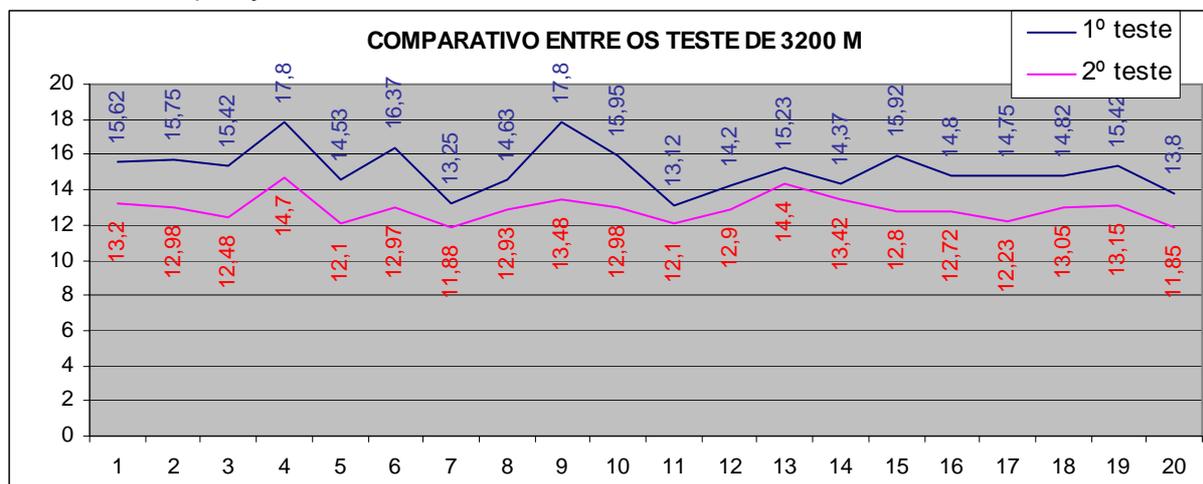
Para o grupo que treinou a 110% da velocidade de corrida a 4,0mM, os valores observados variaram de 10,35 a 30,64% para o  $VO_{2\text{máx}}$  (Gráfico 04) e de 4,38 a 15,14% para a velocidade de corrida a 4,0mM (Gráfico 05). É importante ressaltar que os dois grupos realizaram o mesmo tipo de treinamento e o que diferenciava um grupo do outro era a intensidade da corrida.

Como apresentado na tabela 06, o percentual do  $VO_{2\text{máx}}$  a 4,0mM equivale a valores entre 82,05 e 93,76% do  $VO_2$  Pico. Com isto, os indivíduos que treinaram a 90%

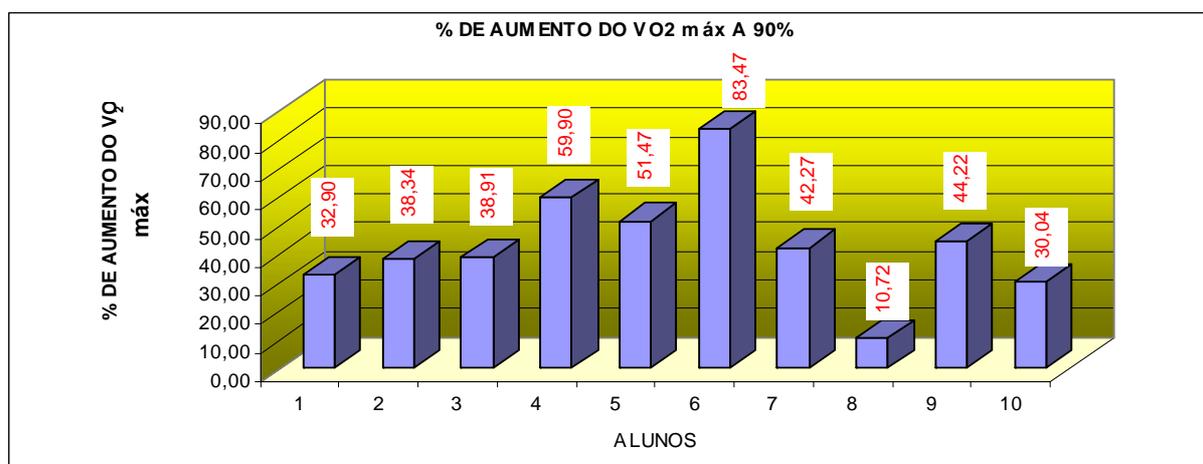
estão dentro da faixa de  $VO_{2\text{máx}}$  preconizado por Powers e Howley (2000), para os maiores

aumentos do  $VO_{2\text{máx}}$ .

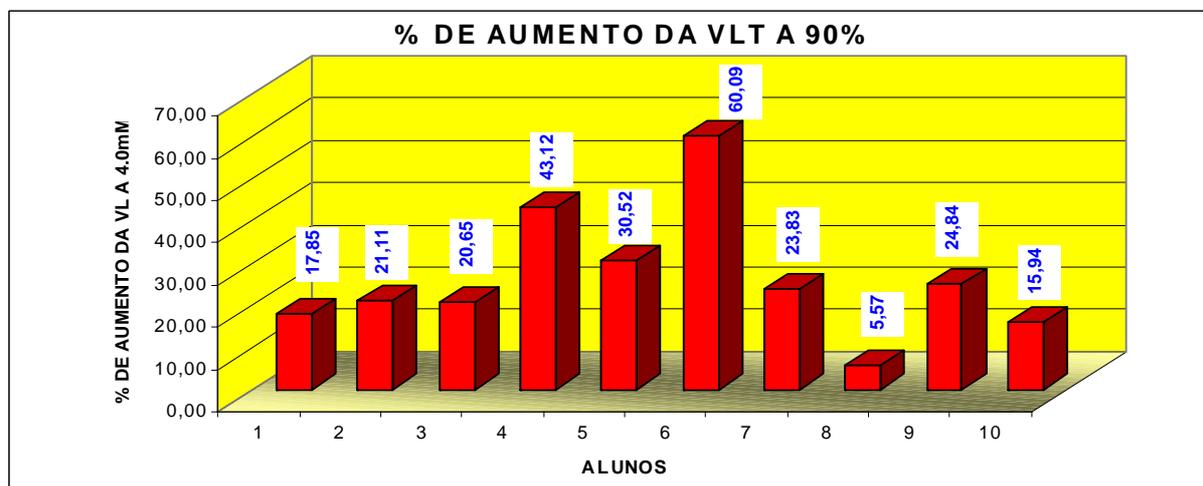
**Gráfico 01** Comparação entre os resultados dos dois testes de 3200 metros



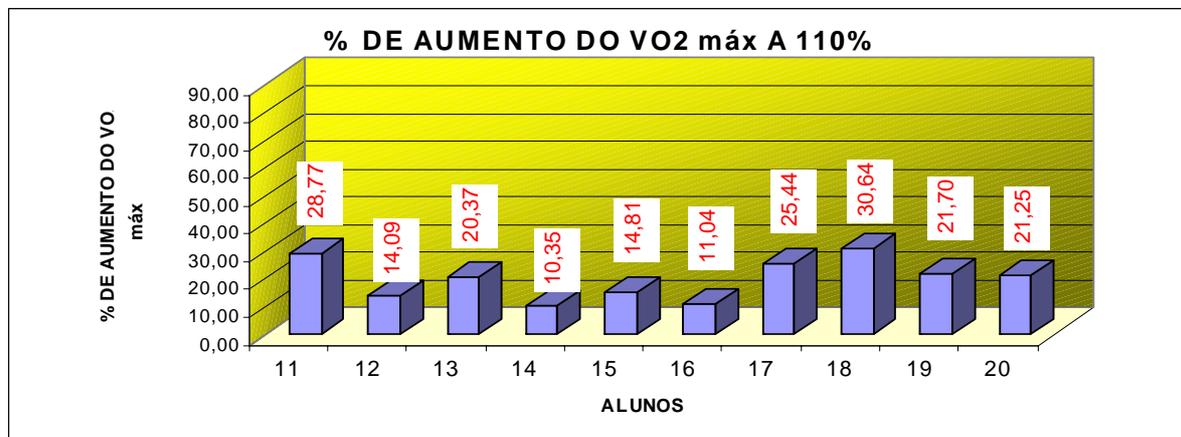
**Gráfico 02** Percentual do aumento do  $VO_2$  máximo a 90%



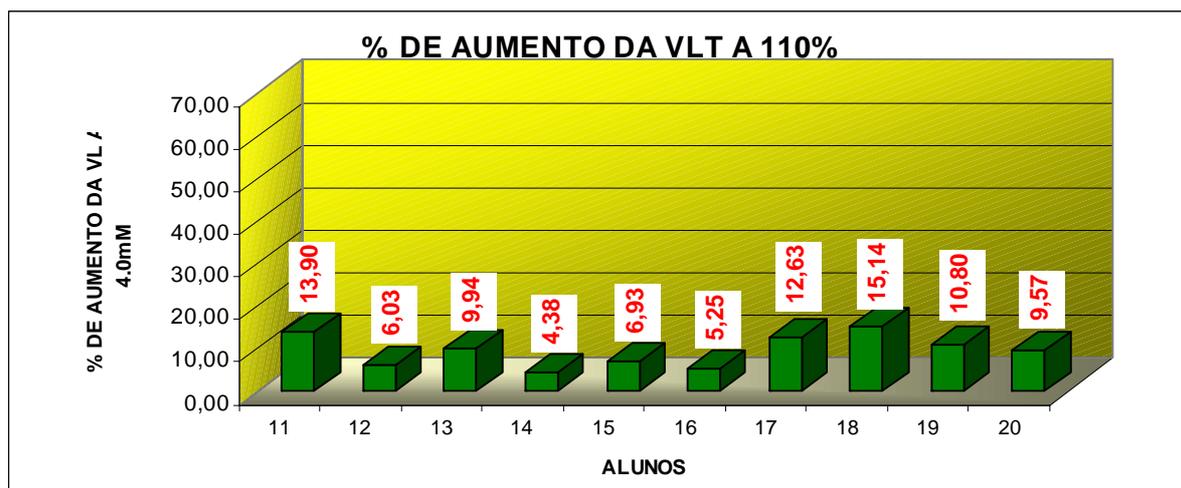
**Gráfico 03** Percentual do aumento da VLT a 90% do  $VO_2$  máximo



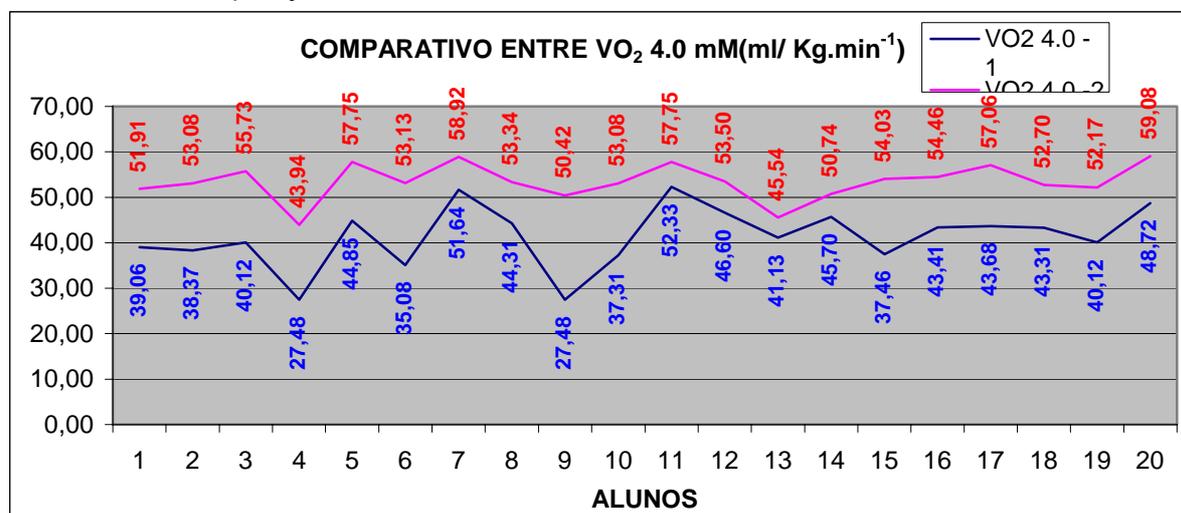
**Gráfico 4** Percentual do aumento do VO<sub>2</sub> máximo a 110%



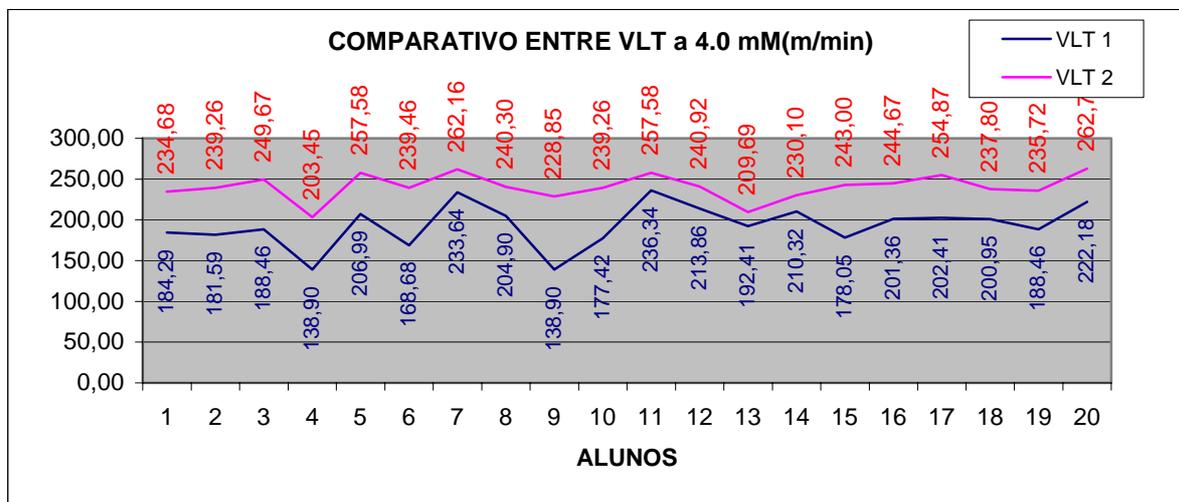
**Gráfico 05** Percentual de aumento da VLT a 110%



**Gráfico 06** Comparação entre o VO<sub>2</sub> no teste 1 e 2



**Gráfico 07** Comparação entre a VLT a 4,0 mM nos testes 1 e 2



**Gráfico 08** Comparação entre os resultados do VO<sub>2</sub> máximo



**Gráfico 09** Comparação entre os resultados da velocidade de corrida correspondente a 4,0 mM de lactato



Infelizmente não foi possível avaliar as alterações bioquímicas e metabólicas que possivelmente se alteraram do início ao fim do treinamento, pois as melhoras de performance foram significativas e são, com certeza, reflexo dos efeitos do treinamento sobre o organismo dos indivíduos que participaram do estudo.

Dentro das limitações deste trabalho pode-se concluir que o treinamento aeróbio, baseado nas intensidades de 90 e 110% da velocidade de corrida correspondente a 4,0mM de lactato sanguíneo, aliadas a um programa de treinamento intervalado e de corrida contínua de alta intensidade, durante dois meses e praticados cinco vezes por semana, são extremamente significativos para a melhora dos parâmetros. Contudo, os resultados mais expressivos foram para os indivíduos que treinaram a 90% da velocidade de corrida correspondente a 4,0mM de lactato (Gráfico 08 e 09).

## CONCLUSÃO

Concluindo, pode-se utilizar a intensidade do treinamento entre 90% e 110% da velocidade de corrida equivalente a 4,0mM de lactato sanguíneo, como excelentes parâmetros para melhora da potência e capacidade aeróbia máxima e para se estimar resultados de atletas que corram provas de 5000 metros até a maratona. No entanto, existem outros fatores, como citados anteriormente, que devem ser levados em consideração para o planejamento do treinamento e predição de resultados.

## REFERÊNCIAS

- 1- Denadai, B.S.; Greco, C.C.; Donega, M.r.. Comparação entre a velocidade de limiar anaeróbio e a velocidade crítica em nadadores com idade de 10 a 15 anos. Rev. Paul. Educ. Fis. São Paulo. Vol. 11. Num..2.. p. 128-133. Jul/Dez 1997.
- 2- Herrera, J.B.. Estudo comparativo do limiar anaeróbio antes e depois de um programa de treinamento em sedentários de 40 a 50 anos de idade. Rev. Bras. Ciên. e Mov. Brasília. Vol 09. Num. 03. p. 53-56. Jul 2001.
- 3- McArdle, W.D.; Katch, F.I.; Katch, V.L.. Fisiologia do exercício: Energia, nutrição e desempenho humano. 5ª ed. Rio de Janeiro. Guanabara. 2003.
- 4- Maughan, R.; Gleeson, M.; Greenhaff, P.L.. Bioquímica do exercício e do treinamento. 1ª ed. São Paulo. Manole. 2000.
- 5- Powers, S.K.; Howley, E.T. Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. 1ª ed. São Paulo. Manole. 2000.
- 6- Simões, H.G.; Campbell, C.S.G.; Baldissera, V.; Denadai, B.S.; Kokobun, E.. Determinação do limiar anaeróbio por meio de dosagens glicêmicas e lactacidêmicas em testes de pista para corredores. Rev. Paul. Educ. Fis. São Paulo. Vol. 12. Num. 1. p. 17-30. Jan/Jun 1998.
- 7- Sjodin, B.; Jacobs, I.; Svendenhag, J.. Changes in onset of blood lactate accumulation (OBLA) and muscle enzymes after training at OBLA. Eur. J. Appl. Physiol. Vol. 49. p. 45-47. 1982
- 8- Tourinho Filho, H.; Ribeiro, L.S.P.; Rombaldi, A.; Sampedro, R.M.F.. Velocidade de corrida no limiar anaeróbio em adolescentes masculinos. Rev. Paul. Educ. Fis. São Paulo. Vol. 12. Núm. 1. p. 31-41. Jan/Jun 1998.
- 9- Weltman, A.. The blood lactate to exercise. Champaign IL. Human Kinetics. 1985.
- 10- Weltman, A.; Snead, D.; Seip, R.; Schurrer, R.; Levine, S.; Rutt, R.; Reilly, T.; Weltman, J.; Rogol, A.. Prediction of lactate Threshold and fixed blood lactate concentrations from 3200 m running performance in male runners. Int J Sports Med. New York. Vol 8. Núm. 06. p. 401-406. 1987.

Recebido para publicação em 20/09/2008  
Aceito em 30/01/2009