



Análise das velocidades: referencial de 4mM, de equilíbrio de 30 min e velocidade crítica em nadadoras adolescentes

Emilson Colantonio¹ e Maria Augusta Peduti Dal Molin Kiss²

RESUMO

Objetivo: Comparar os resultados do cálculo da velocidade de limiar anaeróbio (Lan), correspondente a 4mM de lactato, obtidos em testes de 2 x 400m (V4-2), 4 x 400m (V4-4) e a velocidade crítica (VC) relacionando-as com a velocidade média determinada no teste de 30 min (VMT30) em nadadoras adolescentes. **Metodologia:** Participaram deste estudo 20 nadadoras (14,36 ± 1,22 anos; 52,75 ± 5,32kg; 159,97 ± 11,26cm; 22,5 ± 4,73% gordura corporal) de nível regional e estadual com pelo menos dois anos de treinamento sistemático. Testes realizados: Teste de 30 min (VMT30), Teste de duas distâncias (V4-2), Teste de quatro distâncias (V4-4) e Velocidade Crítica (VC). Análise estatística: o procedimento adotado para a comparação de todas as metodologias, duas a duas, foi a técnica de análise de regressão simples. **Resultados:** As velocidades médias dos testes foram: VMT30: 1,12 ± 0,06m/s; V4-2: 1,14 ± 0,12m/s; V4-4: 1,12 ± 0,06m/s e a VC média: 1,14 ± 0,07m/s. Análise de regressão simples entre as metodologias duas a duas: V4-4 e V4-2 (r = 0,324), VC e V4-2 (r = 0,058), VMT30 e V4-2 (r = 0,595), VC e V4-4 (r = 0,807), VMT30 e V4-4 (r = 0,796) e VMT30 e VC (r = 0,677). As retas de regressão ajustadas apresentaram em relação à bissetriz os valores de p = 0,3060; 0,1716 e 0,0058. **Conclusões:** A determinação da VMT30 constitui-se em um bom instrumento para a prescrição de treinamento para as nadadoras estudadas, o que nem sempre ocorre com o modelo V4-2; a [La] de 4mM com quatro pontos e o cálculo do limiar de lactato através da técnica de efeitos aleatórios, mostrou-se viável para a determinação do Lan para as nadadoras, quando comparada com a VMT30; a VC e V4-4 apresentaram boa correlação assim como a VC e VMT30.

ABSTRACT

Velocities analysis: 4 mM reference, 30 min steady-state and critical velocity in female adolescent swimmers

Objective: To compare the results of the calculation of the anaerobic threshold velocity (AT), corresponding to 4 mM lactate, obtained in 2 x 400 m (V4-2), 4 x 400 m (V4-4) tests and critical velocity (CV) relating to the mean velocity determined in the 30 min test (VMT30) in female adolescent swimmers. **Methods:** Twenty female swimmers (14.36 ± 1.22 years old; 52.75 ± 5.32 kg; 159.97 ± 11.26 cm; % body fat 22.5 ± 4.73), with city and state level with at least two years of systematic training participated in this study. Performed tests: 30 min test (VMT30), two-distance test (V4-2), four-distance test (V4-4) and critical velocity (CV). Statistical analysis: the procedure adopted to compare all methodologies, two by

Palavras-chave: Natação. Limiar anaeróbio. Lactato.

Keywords: Swimming. Anaerobic threshold. Lactate.

two, was the single regression analysis technique. **Results:** The mean velocities were: T30: 1.12 ± 0.06 m/s; V4-2: 1.14 ± 0.12 m/s; V4-4: 1.12 ± 0.06 m/s and CV mean = 1.14 ± 0.07 m/s. Single regression analysis between methodologies, two by two: V4-4 and V4-2 (r = 0.324); CV and V4-2 (r = 0.058); VMT30 and V4-2 (r = 0.595); CV and V4-4 (r = 0.807); VMT30 and V4-4 (r = 0.796) and VMT30 and CV (r = 0.677). The adjusted regression lines presented in relation to the bisectrix the values of p = 0.3060; 0.1716 and 0.0058. **Conclusions:** The VMT30 determination is a good instrument for training prescription for the female adolescent swimmers studied, unlike the V4-2 model. The 4mM [La] with four points and lactate threshold calculation using random effects technique was useful for the AT determination in female adolescent swimmers, when compared to the VMT30; the CV and V4-4 presented a good correlation as well as the CV and VMT30.

INTRODUÇÃO

Durante vários anos o consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2max}$) foi um parâmetro de predição de performance, preferencial, para muitos investigadores na avaliação de atletas durante exercício submáximo, baseados na hipótese de haver uma forte relação com a capacidade de desempenho de endurance. Entretanto, além do $\dot{V}O_{2max}$, vários estudos mostraram que as respostas de lactato sanguíneo durante o exercício físico apresentaram correlações com vários tipos de desempenho de endurance⁽¹⁻⁹⁾.

O padrão para a identificação de maior intensidade constante de exercício que pode ser sustentada sem aumento progressivo na concentração sanguínea de lactato ([La]) é a quantificação da carga de Máximo Steady-State (equilíbrio) de Lactato (MSSL)⁽⁹⁻¹²⁾. Para isso são necessárias aplicações de protocolos com cargas crescentes retangulares (constantes) de 20-30 min, com sucessivas coletas de sangue, exigindo diversas visitas ao laboratório. Para atenuar os problemas de tempo e de custo que esta abordagem causa, foram desenvolvidos protocolos com cargas triangulares (progressivas) de curta duração, utilizando-se métodos invasivos e não-invasivos para a aproximação de MSSL^(4,13-14).

A denominação de Lan foi popularizada para a estimativa de MSSL através de testes progressivos por estágios⁽¹⁵⁾. Com o passar dos anos surgiram tantos "limiares" quanto o número de investigadores que estudaram mais profundamente este fenômeno^(4,16-17). Basicamente, a diferenciação restringe-se à nomenclatura utilizada e ao método de identificação, sendo que conceitualmente tal variável pode possuir significados similares. Apesar da grande quantidade de estudos, ainda não existe uma estimativa válida de Velocidade Máxima de Steady-State de Lactato (VMSSL) por meio de testes progressivos por estágios de curta duração⁽¹¹⁾.

A idéia conceitual de limiar de lactato a ponto fixo de 4mM inicialmente proposta por Mader *et al.* (1976)⁽¹⁸⁾ utilizando o teste de duas distâncias (2 x 400m), também descrita como OBLA (início do acúmulo do lactato sanguíneo) por Sjodin *et al.* (1981)⁽¹⁹⁾, mos-

1. Centro de Estudos em Psicobiologia e Exercício – CEPE, Associação Fundo de Incentivo a Psicofarmacologia – AFIP, São Paulo, SP, Brasil.

2. Escola de Educação Física e Esporte – EEFEE, Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, SP, Brasil.

Aceito em 13/6/07.

Endereço para correspondência: Emilson Colantonio, Rua Marcelo Ribeiro de Mendonça, 22, apto. 27, Ponta da Praia – 11030-210 – Santos, SP. E-mail – nunoc@uol.com.br

trou uma correlação com a *performance* de *endurance* realizada em estado de equilíbrio e sensível aos aumentos de capacidade física decorrentes do treinamento; comportamento que não foi observado quando aplicado em nadadoras adolescentes brasileiras de nível regional e estadual⁽²⁰⁾.

Como nem sempre é possível a determinação do Lan a partir da resposta do lactato no sangue e conseqüentemente a velocidade correspondente a 4mM (V4), vários estudos têm procurado encontrar metodologias indiretas, que possam estimar o Lan. Entre as mais utilizadas em natação, está a Velocidade Crítica (VC)⁽²¹⁾. O conceito de VC foi definido como a intensidade de exercício em que um indivíduo pode, teoricamente, manter-se por um período de tempo indeterminado sem exaustão⁽²²⁾ e a aplicação desse conceito também vem sendo investigada em nadadores⁽²³⁻²⁶⁾.

Como na maioria das vezes os treinadores não contam com um lactímetro na borda da piscina, foi examinada a relação entre a [La] no sangue e a velocidade de natação com exercícios contínuos típicos de *endurance* de natação⁽²⁷⁾ e durante o teste de duas distâncias⁽¹⁸⁾. A velocidade média no teste de 30 min (T30) foi similar a V4 do teste de duas distâncias⁽¹⁸⁾. As [La], em média, foram de $4,01 \pm 0,75$ mM. Os resultados revelaram uma correlação significativa ($0,82, p < 0,001$) entre as [La] e as velocidades de nado. A velocidade média no T30 (VMT30) mostrou uma correlação significativa quando comparadas a V4 do teste de duas distâncias ($r = 0,97, p < 0,001$), o que foi corroborado em outro trabalho⁽²⁸⁾.

Sabe-se do envolvimento cada vez mais precoce de crianças e jovens em regimes de treinamento intenso, portanto, se faz intrigante investigar aspectos fisiológicos relacionados à prescrição do treinamento, crescimento e desenvolvimento de crianças e adolescentes. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi comparar os resultados do cálculo da velocidade de Lan (4mM) em nadadoras adolescentes, obtidos através de quatro metodologias (2 x 400m, 4 x 400m, VC e T30) duas a duas, respectivamente: V4-4 x V4-2; VC x V4-2; VMT30 x V4-2; VC x V4-4; VMT30 x V4-4 e VMT30 x VC.

MÉTODOS

Após a submissão e aprovação pelo Comitê de Ética para Pesquisa Científica da EEFUEP, foi entregue às nadadoras um Termo de Consentimento Informado com a descrição dos objetivos e procedimentos dos testes, para que os pais ou responsáveis autorizassem a realização dos mesmos.

Amostra – Participaram deste estudo 20 nadadoras das categorias infantil e juvenil, com idade média de $14,36 \pm 1,22$ anos, treinadas, com pelo menos dois anos de prática sistemática de treinamento de natação, componentes a duas equipes paulistas de competição e maturadas, sendo utilizado como critério de identificação da maturação o advento da menarca.

Procedimentos – Os testes foram realizados no período da tarde, horário de treino das atletas, em piscina aquecida (25m), com temperatura média de 28°C da água e 32°C do ambiente, nos dias de realização dos mesmos. O período de realização da coleta dos dados foi coincidente quanto à fase de treinamento das duas equipes, ou seja, no final do período básico do macrociclo. Todos os testes foram realizados em duas semanas em dias alternados. Auxiliaram na coleta dos dados, dois técnicos para o registro dos tempos, dois atletas para o acompanhamento das passagens de tempos parciais para os atletas em teste, dois avaliadores para a coleta de lactato, dois anotadores e ainda alguns colaboradores para apoio.

A ordem de realização dos testes foi a seguinte: 1. as atletas realizaram o teste de 30 min (T30)⁽²⁷⁾ para verificar a velocidade média (VM); 2. teste de duas distâncias (2 x 400m)⁽¹⁸⁾ para a determinação da velocidade correspondente de 4mM de lactato (V4); 3. teste de quatro distâncias (4 x 400m)⁽²⁹⁾ para determinar a velocidade média, sua respectiva [La] e a sua correspondência com o teste anterior; 4.

teste da velocidade crítica (VC)⁽²³⁾ para verificar as correlações entre as velocidades encontradas nesse teste e a V4.

Composição corporal – As medidas de massa corporal (MC) e estatura (E) foram realizadas de acordo com a padronização proposta por Gordon *et al.* (1988)⁽³⁰⁾. Foi utilizada uma balança da marca *Tanita*[®], com escala de 0 a 150kg. O aparelho utilizado para a execução das medidas de espessura de dobras cutâneas (DC) foi o compasso de dobras cutâneas *Cescor*[®], que apresenta uma precisão de leitura de 0,1mm. As medidas foram realizadas no hemi-corpo direito do avaliado. Devido à variabilidade destas medidas, estas foram executadas três vezes de forma não consecutiva em cada ponto anatômico com objetivo de evitar vício de medida. As DC utilizadas foram: Tricipital, Subescapular, Supra-íliaca, Abdominal, Coxa e Panturrilha medial. A equação utilizada para a verificação da percentagem de gordura foi proposta por Slaughter (1988)⁽³¹⁾.

Lactacidemia – A coleta de sangue foi realizada através de punção do lóbulo da orelha em sua parte inferior, após prévia aplicação da pomada *Finalgon Extra Stark Salbe*[®] (Laboratório Thomae), com objetivo de se obter hiperemia do local. Para a análise das amostras de sangue foi utilizado o lactímetro *Accusport*[®] (Boehringer Mannheim) de características minifotométricas. O período dos testes foi de aproximadamente duas semanas seguindo os procedimentos de higiene e prevenção como o uso de luvas cirúrgicas esterilizadas, avental, destino final do lixo séptico, bem como todo material utilizado nas coletas o qual era descartável (lancetas, gazes, algodão, etc).

Protocolos e Estatística – A análise estatística comparou quatro metodologias para o cálculo da velocidade no limiar anaeróbio. A maneira utilizada para esse cálculo e para cada uma das metodologias está descrita a seguir:

Metodologia 1 – T30⁽²⁷⁾

A velocidade média em percurso contínuo de natação durante 30 minutos foi considerada como a velocidade de Lan obtida através da metodologia 1.

Metodologia 2 – Teste de duas distâncias – 2 x 400m⁽¹⁸⁾

Para cada atleta foram medidas em dois momentos a [La] e a velocidade média correspondente a tal momento. Com base nesses dados, estimou-se uma reta de regressão linear⁽³²⁾, relacionando a [La] e a velocidade média. Através desse modelo ajustado, estimou-se para cada atleta qual a velocidade média (V4) correspondente a uma [La] de 4mM. Esta velocidade V4 foi considerada a velocidade de Lila obtida através da metodologia 2.

Metodologia 3 – Teste de quatro distâncias – 4 x 400m⁽²⁹⁾

Para cada atleta foram medidas em quatro momentos a [La] e a velocidade média correspondente a tal momento. Com base nesses dados, ajustou-se um modelo de efeitos aleatórios com independência condicional⁽³³⁾, relacionando a [La] e a velocidade média para todos os atletas conjuntamente. O modelo ajustado é dado pela seguinte equação:

$$E(\text{Lactato}_i) = a + b \times \text{Velocidade}_i + c \times \text{Velocidade}_i^2$$

Para $i = 1, \dots, 22$; **Lactato**_{*i*}, o vetor de dimensão (4x1) com as 4 [La] do *i*-ésimo atleta, **Velocidade**_{*i*}, o vetor de dimensão (4x1) com as correspondentes velocidades médias nadadas pelo *i*-ésimo atleta; e **Velocidade**_{*i*}² o vetor de dimensão (4x1) com o quadrado das velocidades médias nadadas pelo *i*-ésimo atleta.

O modelo de efeitos aleatórios com independência condicional ajustado leva em consideração um único efeito aleatório correspondente ao parâmetro de regressão **c**, ou seja, ao termo quadrático da equação. Isto significa que para cada atleta a relação entre a [La] e a velocidade é dada por um polinômio quadrático com intercepto e coeficiente linear comuns, porém com o coeficiente quadrático variando de um atleta para outro.

Através desse modelo ajustado, estimou-se para cada atleta qual a velocidade média (V4) correspondente a [La] de 4mM. Esta velocidade V4 foi considerada a velocidade de LILA obtida através da metodologia 3.

Metodologia 4 – Teste da Velocidade Crítica – VC⁽²³⁾

Para cada atleta foram registrados os respectivos tempos para nadar as distâncias de 50, 100 e 200m. Através desses dados, ajustou-se uma reta de regressão linear relacionando distância e tempo. O coeficiente angular da reta ajustada foi utilizado como uma estimativa da VC, aqui considerada como a velocidade de Lan obtida através da metodologia 4.

Para verificar se as velocidades no Lan de duas metodologias foram similares, utilizou-se a análise de regressão linear simples, que consistiu na modelagem da relação entre as respectivas velocidades através de uma reta. Foi calculado o nível descritivo do teste associado à hipótese da reta ajustada ser a bissetriz, ou seja, do intercepto ser zero e do coeficiente angular ser 1. Se tal hipótese não for rejeitada, pode-se inferir que as duas metodologias são estatisticamente equivalentes para o cálculo das velocidades de Lan. Este procedimento foi adotado para a comparação de todas as metodologias duas a duas.

RESULTADOS

A caracterização da amostra como idade, massa corporal (MC), estatura (E) em valores médios e desvio-padrão estão apresentados na tabela 1.

TABELA 1
Valores médios e desvio-padrão (DP) de idade, massa corporal (MC) e estatura (E) das nadadoras (n = 20)

	Idade (anos)	MC (kg)	E (cm)
Média ± DP	14,36 ± 1,22	52,75 ± 5,32	159,97 ± 11,26

Com relação à maturação, todas as atletas foram consideradas maturadas por relatarem a ocorrência da menarca na ocasião dos testes. O grupo estudado apresentou valores médios de porcentagem de gordura corporal de 22,5 ± 4,73%, conforme a equação proposta por Slaughter, 1988⁽³¹⁾.

No teste de nado contínuo de 30 min (T30) as nadadoras apresentaram a velocidade média de 1,12 ± 0,06m/s (mínima = 1,00 e máxima = 1,22m/s) e distância realizada de 2006 ± 102,9m. O resultado do teste de duas distâncias (2 x 400m) apresentou os seguintes valores: a velocidade média ao final do primeiro tiro foi de 1,11 ± 0,06m/s e, no segundo tiro, 1,16 ± 0,06m/s. As [La] médias para o primeiro tiro foram de 5,03 ± 1,32mM e para o segundo tiro de 5,55 ± 1,08mM. A velocidade média de Lila de 4mM (V4) calculada por interpolação foi de 1,14 ± 0,12m/s (mínima = 0,99 e máxima = 1,48m/s).

No teste de quatro distâncias (4 x 400m), a velocidade média ao final do primeiro tiro foi de 1,08 ± 0,06m/s, no segundo tiro 1,12 ± 0,06m/s, no terceiro tiro 1,14 ± 0,06m/s e no quarto tiro 1,17 ± 0,06m/s. As [La] no primeiro tiro foram de 3,44 ± 0,83mM, no segundo tiro de 3,74 ± 0,97mM, no terceiro tiro de 4,22 ± 0,91mM e no quarto tiro de 5,38 ± 1,25mM. A velocidade média de Lila de 4mM (V4) calculada pela técnica de efeitos aleatórios foi de 1,12 ± 0,06m/s (mínima = 0,95 e máxima = 1,22m/s).

Os resultados do teste da VC apresentaram velocidades médias de 1,51 ± 0,11m/s para a distância de 50m, 1,34 ± 0,09m/s para a distância de 100m e 1,21 ± 0,08m/s. A VC média foi de 1,14 ± 0,07m/s (mínima = 0,96 e máxima = 1,27m/s).

Os valores das velocidades médias obtidas através das quatro metodologias podem ser observados na figura 1.

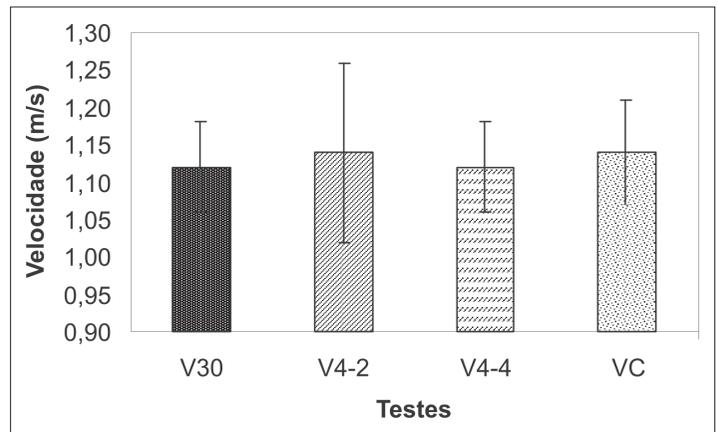


Figura 1 – Velocidades médias e desvio-padrão obtidos através das quatro metodologias

A verificação da similaridade das velocidades de Lan entre as metodologias foi realizada duas a duas através da utilização de regressão simples e mostrou os seguintes resultados:

Entre a velocidade de Lan determinada pelo teste de quatro distâncias (V4-4) e a velocidade correspondente determinada pelo teste de duas distâncias (V4-2) observou-se um $R^2 = 0,10$ ($r = 0,324$). A reta ajustada para a comparação entre as duas é significativamente diferente da bissetriz ($p = 0,0002$) apresentado na figura 2.

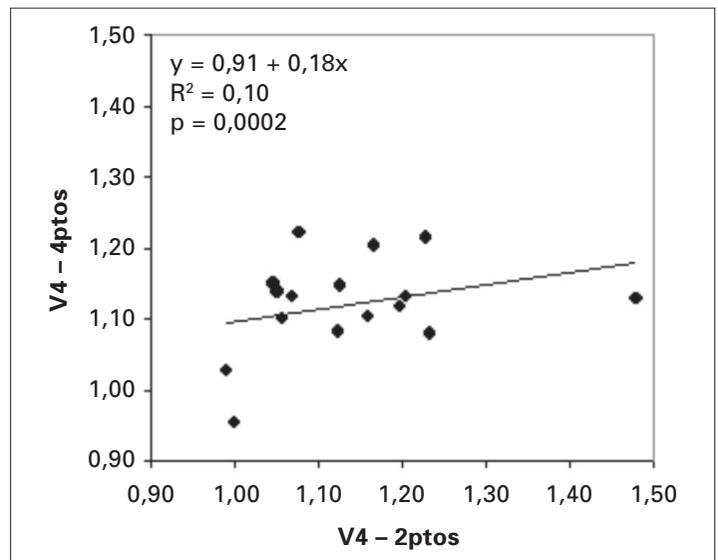


Figura 2 – Relação entre a velocidade referencial de 4mM obtida através do teste de quatro distâncias (V4-4) e a mesma velocidade obtida através do teste de duas distâncias (V4-2)

A VC e a V4-2 mostraram um $R^2 = 0,34$ ($r = 0,538$) e a Velocidade Média encontrada através da realização do T30 (VMT30) com a V4-2 um $R^2 = 0,35$ ($r = 0,595$) ilustradas pelas figuras 3 e 4, respectivamente. As retas ajustadas são diferentes da bissetriz com $p < 0,0001$, em ambos os casos.

A VC e a V4-4 apresentam um $R^2 = 0,65$ ($r = 0,807$); a VMT30 e a V4-4 ($R^2 = 0,63$, $r = 0,796$) e a VMT30 com a VC ($R^2 = 0,45$, $r = 0,677$), apresentadas graficamente nas figuras 5, 6 e 7, respectivamente. As retas de regressão ajustadas apresentaram, em relação à bissetriz, os seguintes valores de $p = 0,3060$, $0,1716$ e $0,0058$.

Os resultados mostraram que a V4-4 e V4-2 não apresentaram uma boa correlação. Esse comportamento é evidenciado, também, quanto às velocidades de Lan para VC e V4-2 e para VMT30 e V4-

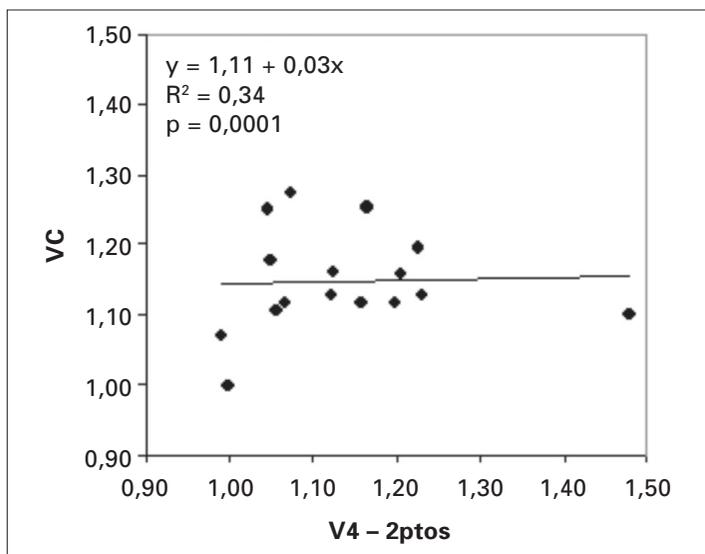


Figura 3 – Relação entre as velocidades obtidas no teste da VC e as velocidades obtidas através do teste de 2 distâncias (V4-2)

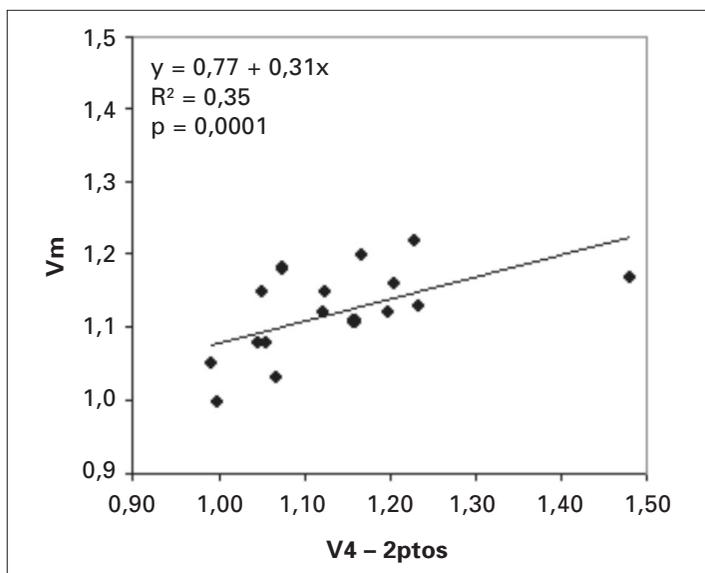


Figura 4 – Relação entre a velocidade média obtida no teste contínuo de 30 min (VMT30) e a velocidade referencial de 4mM no teste de duas distâncias (V4-2)

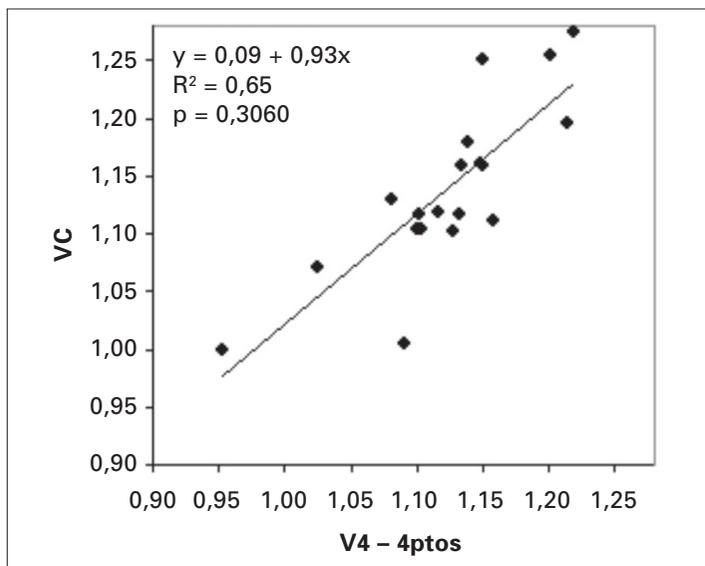


Figura 5 – Relação entre a VC e a velocidade referencial de 4mM obtida através do teste de quatro distâncias (V4-4)

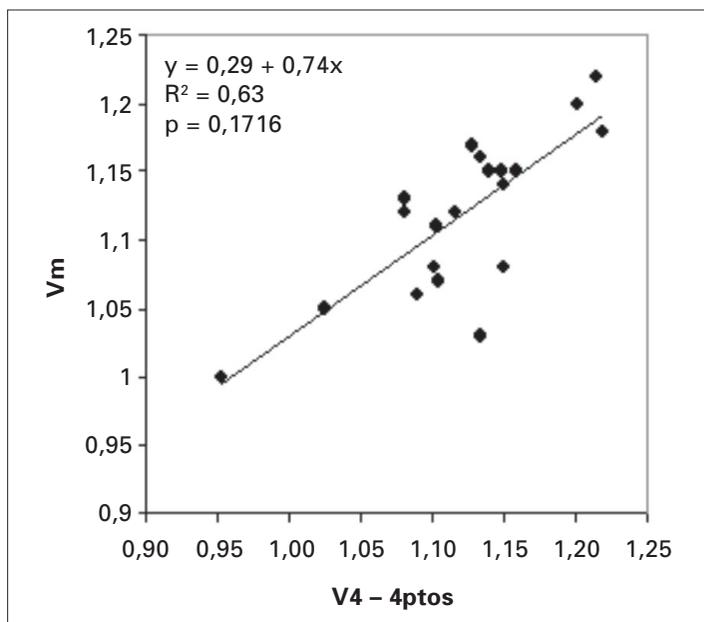


Figura 6 – Relação entre a velocidade média obtida no teste contínuo de 30 min (VMT30) e a velocidade referencial de 4mM obtida através do teste de quatro distâncias

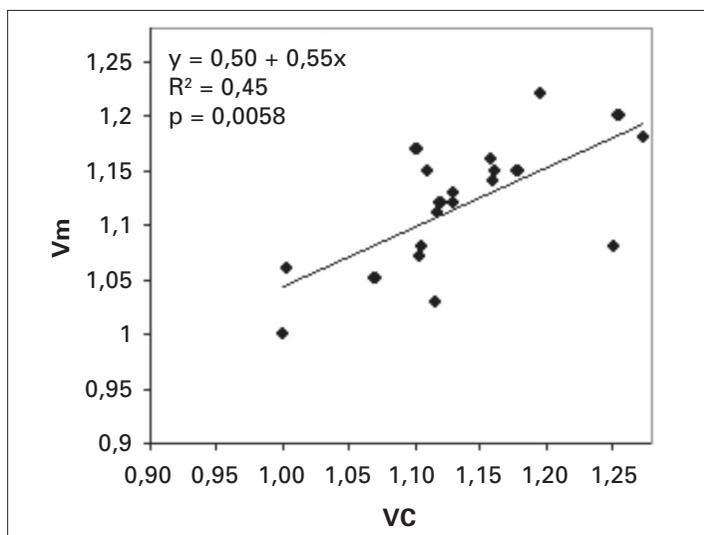


Figura 7 – Relação entre a velocidade média obtida no teste contínuo de 30 min (VMT30) e a velocidade crítica (VC)

TABELA 2
Comportamento do coeficiente de correlação entre as quatro metodologias utilizadas duas a duas

Variáveis	r	Diferenças entre variáveis	p
V4-4 x V4-2	0,324	significativa	p = 0,0002
VC x V4-2	0,538	significativa	p < 0,0001
V30 x V4-2	0,595	significativa	p < 0,0001
VC x V4-2	0,807	não significativa	p = 0,3060
V30 x V4-4	0,796	não significativa	p = 0,1716
V30 x VC	0,677	significativa	p = 0,0058

2, apesar dos valores dessas duas últimas correlações terem sido superiores à primeira. Por outro lado, observou-se uma boa correlação entre os valores de VC e V4-4, e VMT30 e V4-4. Além disso, a VMT30 e VC apresentaram uma correlação moderada.

O resumo do comportamento do coeficiente de correlação entre as metodologias realizadas duas a duas pode ser observado na tabela 2.

DISCUSSÃO

As jovens que compuseram a amostra apresentaram padrões de normalidade segundo as tabelas de referência da literatura quanto à massa corporal e estatura para meninas na faixa etária de 13 e 14 anos. Segundo Tanner *et al.* (1976)⁽³⁴⁾, os valores preconizados para 13 anos são: MC = 47,8 ± 9,79kg e E = 156,8 ± 6,0cm; e para 14 anos são: MC = 53,0 ± 9,79kg e E = 160,6 ± 6,0cm.

Quanto à composição corporal, o valor médio de percentagem de gordura corporal de 22,50 ± 4,73% encontrado nas atletas que compuseram a amostra pode ser considerado adequado para a faixa etária estudada, embora a média dos valores tenha sido influenciada pelos resultados de três meninas que se encontravam acima dos 30% de gordura corporal; cujos valores não são frequentes em atletas treinadas.

Doimo (1998)⁽³⁵⁾, investigou adolescentes do sexo masculino e feminino com idades médias de 14,0 ± 0,73 e 13,7 ± 0,62 anos, utilizando os testes de 30 min contínuo e segmentado os quais relacionou com o Lila de 4mM determinado através do teste de duas distâncias (2 x 400m). A autora encontrou um coeficiente de correlação entre as velocidades determinadas através dos testes contínuo T30 e de 2 x 400m para as atletas de $r = 0,76$ ($p = 0,0110$); por outro lado, o presente estudo apresentou um coeficiente de correlação dessas velocidades de $r = 0,595$ quando determinadas pela mesma metodologia. Em síntese os resultados indicaram que a V4-2 é inadequada para este grupo. A autora observou também que a V4 determinada nos 2 x 400m foi significativamente diferente em relação a VMT30, tanto para o teste contínuo quanto para segmentado.

Investigando as [La] em uma faixa de 95-105% da V4, a velocidade durante o T30 correlacionou-se positiva e significativamente ($r = 0,82$; $p < 0,001$). A autora verificou que as [La] se mantiveram constantes durante o teste segmentado de 30 min para ambos os sexos sendo: entre gênero e momentos de avaliação ($p = 0,3363$), entre os momentos de avaliação ($p = 0,4304$), e entre gêneros ($p = 0,0692$); e ainda, que as [La] finais no T30 contínuo e no T30 segmentado foram semelhantes ($r = 0,61$; $p = 0,008$).

Em outro estudo⁽³⁶⁾, os pesquisadores investigaram nadadores alemães de nível nacional em 11 exercícios típicos de *endurance* de natação contínuos, intervalados e durante o teste de duas distâncias⁽¹⁸⁾. Eles encontraram uma correlação significativa entre as velocidades dos testes T30 e 2 x 400m ($r = 0,97$; $p < 0,001$). Os autores validaram esse teste ao observarem que a velocidade média desenvolvida ao longo do mesmo foi similar à velocidade calculada para o Lila de 4mM (V4), com base nos resultados obtidos durante o teste de duas distâncias em nadadores de elite.

No presente estudo, foi encontrada uma baixa correlação entre os valores da VMT30 e V4-2 ($r = 0,595$), diferentemente dos resultados do estudo acima citado, provavelmente pelo fato de haver acentuada diferença entre as características das amostras. Cabe observar também que a utilização de um modelo de predição de *performance* baseado na [La] a ponto fixo (4mM) com dois pontos de interpolação (2 x 400m) pode não ser suficiente para estabelecer corretamente a velocidade correspondente ao Lan para as atletas estudadas, pois não foi observada uma boa correlação entre V4-4 e V4-2 ($r = 0,324$).

Entretanto, a VMT30 e a V4-4 apresentaram uma boa correlação ($r = 0,796$) não havendo diferenças significativas entre os métodos; isto mostra similaridade quanto à participação do componente aeróbio para essas duas metodologias e evidencia a aplicabilidade desses testes para nadadoras adolescentes com menor nível técnico, menor experiência e respostas diferentes das [La] ao exercício.

Os valores de V4-4 e a VC apresentaram também um bom coeficiente de correlação ($r = 0,81$). Apesar das diferenças entre faixa etária, nível técnico e gênero, esse resultado está de acordo com um trabalho que propôs a VC como um método não-invasivo para

estimar a velocidade de Lan correspondente a 4mM a partir de estudos com nadadores de alto nível com idades entre 17 e 24 anos⁽²⁴⁾. Os autores encontraram uma alta correlação entre a VC e a *performance* nos 400m ($r = 0,99$), como também entre a velocidade equivalente a 4mM e a VC ($r = 0,89$; $p < 0,01$). Em outro estudo⁽²⁵⁾, foi verificado que a VC determinada em natação correspondeu ao Máximo *Steady State* de Lactato; e ainda que esta mostrou uma ótima correlação com a V4 ($r = 0,91$) e com a V400m ($r = 0,97$).

Em outro trabalho, a velocidade de Lan (V4), utilizando 2 x 200m a 90 e 95% da velocidade máxima para a distância, foi comparada com a VC para as distâncias de 50, 100 e 200m em nadadores com idade entre dez e quinze anos com diferentes níveis de *performance*⁽³⁷⁾. A autora observou que a VC subestima a intensidade de nado correspondente ao Lan, determinado através da concentração fixa de 4mM para essa faixa etária, de acordo com Denadai *et al.* (2000)⁽³⁹⁾ e confrontando com o que foi observado por Toubekis *et al.* (2006)⁽⁴⁰⁾. Porém, a VC parece se aproximar mais da intensidade de máximo *steady state* de La sanguíneo, já que as [La] encontradas através dessa metodologia foram mais próximas do valor de 2,5mM; o que é corroborado em outros trabalhos com crianças e jovens⁽²⁵⁾. No presente estudo a VC e a V4-2 não apresentaram boa correlação ($r = 0,583$), talvez porque as distâncias utilizadas para a determinação da V4-2 foram de 400m e não de 200m como no trabalho acima citado⁽³⁷⁾.

Quando da comparação entre a VMT30 e a VC, estas apresentaram uma correlação moderada ($r = 0,677$), indicando a participação do metabolismo oxidativo durante o T30 e a presença de *steady state*. Por outro lado, se a VC tende a aproximar-se do máximo *steady state* de La sanguíneo, como foi observado em outros trabalhos^(25,38), esse fato talvez possa explicar tal correlação. Em estudo recente, os autores demonstraram que em natação apesar de uma boa correlação ($r = 0,87$, $p < 0,01$) entre a VC e a velocidade de máximo *steady state* de lactato (VMSS), a VC não representa a velocidade máxima que pode ser mantida sem o contínuo aumento das [La] e, conseqüentemente, a determinação direta da VMSS é necessária caso a precisão seja exigida para estudos experimentais⁽⁴¹⁾.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando as limitações deste estudo, os resultados permitem as seguintes conclusões para a amostra estudada:

a) A utilização de velocidades previamente estabelecidas através do teste T30 de natação constitui-se em um bom instrumento para a prescrição do treinamento de nadadoras infanto-juvenis;

b) A utilização do modelo de predição de *performance* baseado na concentração de lactato a ponto fixo (4mM) com dois pontos de interpolação (2 x 400m) pode não ser suficiente para estabelecer corretamente a velocidade correspondente ao limiar anaeróbio para a amostra estudada;

c) A utilização do modelo de predição de *performance* baseado na concentração fixa de lactato (4mM) com quatro pontos (4 x 400m) e cálculo de limiar de lactato com a técnica de efeitos aleatórios, mostrou ser viável para a determinação do limiar anaeróbio em nadadoras infanto-juvenis, comparando-se com a VC e com a VMT30;

d) A VC e a V4-4 apresentaram uma boa correlação indicando a aplicabilidade da VC para estimar a velocidade de limiar anaeróbio correspondente a 4mM nas nadadoras adolescentes;

e) A VC e a VMT30 de natação apresentaram uma boa correlação indicando uma similaridade quanto ao estado de equilíbrio que as atletas estudadas alcançaram durante a realização dos testes.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

1. Coyle EF, Feltner ME, Kantz SA, Hamilto MT, Mountain SJ, Baylor AM, et al. Physiological and biomechanical factors associated with elite endurance cycling performance. *Med Sci Sports Exerc.* 1991;23:93-107.
2. Duggan A, Tebbut SD. Blood lactate at 12km/h and VOBLA as predictors of run performance in non-endurance athletes. *Int J Sports Med.* 1990;11:111-5.
3. Gass GC, McLellan TM, Gass EM. Effects of prolonged exercise at similar percentage of maximal oxygen consumption in trained and untrained subjects. *Eur J Appl Physiol.* 1991;63:430-5.
4. Heck H, Mader A, Hess G, Mucke S, Muller R, Hollmann W. Justification of 4mmol/l lactate threshold. *Int J Sports Med.* 1985;6:117-30.
5. Hollmann W. Historical remarks on the development of aerobic-anaerobic threshold up to 1966. *Int J Sports Med.* 1985;6:109-16.
6. Karlsson J, Jacobs I. Onset blood lactate accumulation during muscular exercise as a threshold concept. *Int J Sports Med.* 1982;3:190-201.
7. Maffulli N, Testa V, Lancia A, Capasso G, Lombardi S. Indices of sustained aerobic power in young middle distance runners. *Med Sci Sports Exerc.* 1991;23:1090-6.
8. Marciniak EJ, Potts J, Schlabach G, Will S, Dawson P, Hurley BF. Effects of strength training of lactate threshold and endurance performance. *Med Sci Sports Exerc.* 1991;23:739-43.
9. Weltman A. The blood lactate response to exercise. Champaign: Human Kinetics; 1995.
10. Borch KW, Inger F, Larsen SE. Accumulation of blood lactate during graded exercise as a predictor of "anaerobic threshold". *J Sports Sci.* 1993;11:49-55.
11. Bueno M. De léuphorie a al crise de confiance face na... "seuil anaerobic". *Revue de L'AEFA.* 1990;101:5-8.
12. Urhassen A, Coen B, Weiler B, Kindermann W. Individual anaerobic threshold and maximum lactate steady-state. *Int J Sports Med.* 1993;14:134-9.
13. Loat CER, Rhodes EC. Relationships between the lactate and ventilatory threshold during prolonged exercise. *Sports Med.* 1993;15:104-15.
14. Walsh ML, Banister EW. Possible mechanisms of the anaerobic threshold, a review. *Sports Med.* 1988;5:269-302.
15. Wasserman K, McLroy MB. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. *Am J Cardiol.* 1964;14:844-7.
16. Gomes PSC. Effects of continuous and intermittent training on body composition and selected physiological parameters. Edmonton, CA. Tese [Doutorado], Universidade de Alberta; 1989. 148p.
17. McLellan TM. The anaerobic threshold: concept and controversy. *Austr J Sci Med Sport.* 1987;19(2):3-8.
18. Mader A, Liesen H, Heck H, Philippi H, Rost R, Schürch P, et al. Zur Beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit im Labor. *Sportarzt Sportmed.* 1976;4:80.
19. Sjodin B, Jacobs I, Karlsson J. Onset of blood lactate accumulation and enzyme activity in m. vastus lateralis in man. *Int J Sports Med.* 1981;2:166-70.
20. Colantonio E, Costa RF, Doimo AL, Rodacki ALF, Lima JRP, Kiss MAPDM. Crítica ao teste de duas distâncias de Mader aplicado em nadadoras adolescentes. *Rev Bras Med Esporte.* 1997a;3(2):41.
21. Monod H, Scherer J. The work capacity of a synergic muscular group. *Ergonomics.* 1965;8:329-38.
22. Wright B, Smith DJ. A protocol for a determination of critical speed as an index of swimming endurance performance. In: Miyashita M, Mutoh Y, Richardson AB, editors. *Medicine and Science in Aquatic Sports.* Basel: Karger, 1994;39:55-9.
23. Wakayoshi K, Ikuta K, Yoshida T, Udo M, Moritani T, Mutoh Y, et al. Determination and validity of critical velocity as an index of swimming performance in the competitive swimmer. *Eur J Appl Physiol.* 1992a;64:153-7.
24. Wakayoshi K, Yoshida T, Udo M, Kasai T, Moritani T, Mutoh Y, et al. A simple method for determining critical speed as swimming fatigue threshold in competitive swimming. *Int J Sports Med.* 1992b;13:367-71.
25. Wakayoshi K, Yoshida T, Udo M, Harada T, Moritani T. Does critical swimming velocity represent exercise intensity at maximal lactate steady-state? *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1993;66:90-5.
26. Balikian P, Neiva CM, Dantas R, Grecco CC, Denadai BS. Influência da distância na determinação da velocidade crítica em teste de campo para natação. In: Simpósio Paulista de Educação Física, 6, Rio Claro, 1997. Anais. Rio Claro: UNESP; 1997. p. 34.
27. Olbrecht J, Madsen O, Mader A, Liesen H, Hollmann W. Relationship between swimming velocity and lactic concentration during continuous and intermittent training exercises. *Int J Sports Med.* 1985;6(2):74-7.
28. Colantonio E, Doimo AL, Oliveira FR, Lima JRP, Kiss MAPDM. Testes retangulares em nadadores juniores e juvenis de ambos os sexos (T30). In: Seminário de Pesquisa em Atividade Física, 2, Anais. Curitiba: Momentum; 1996. p. 12.
29. Colantonio E, Pinto A, Doimo LA, Lima JRP, Kiss MAPDM. Determinação do limiar anaeróbio através do teste de quatro distâncias em natação. In: Congresso de Iniciação Científica, 4, Simpósio de Pós-Graduação, 2, São Paulo, 1997. Anais. São Paulo: EEFUESP; 1997b. p. 46-7.
30. Gordon CC, Chumlea WC, Roche AF. Stature, recumbent length, and weight. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. *Anthropometric standardization reference manual.* Champaign: Human Kinetics; 1988. p. 3-8.
31. Slaughter MH. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol.* 1988;60:709-23.
32. Drapper NR, Smit, H. *Applied regression analysis.* New York: John Wiley; 1981.
33. Diggle PJ, Liang K, Zeger SL. *Analysis of longitudinal data.* New York: Oxford Science; 1994.
34. Tanner JM, Whitehouse RH, Marubini E, Resel, F. The adolescence growth spurt of boys and girls of the Harpenden growth study. *Annals of Human Biology.* 1976; 3:109-26.
35. Doimo LA. Testes de 30 minutos contínuo e segmentado em natação: relações com o limiar de lactato de 4mM. São Paulo. Dissertação [Mestrado] – Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo; 1998. 126p.
36. Olbrecht J, Mader O, Liesen H, Hollmann W. The relationship of lactic acid to long-distance swimming and the 2 x 400 m "2-speed test" and implications for adjusting training intensities. In: Ungerechts N, Wilke K, Reischle K, editors. *Swimming Science V.* Champaign: Human Kinetics; 1988. p. 261-7.
37. Grecco CC. Comparação da velocidade de limiar anaeróbio e a velocidade crítica em nadadores com idade entre 10 e 15 anos com diferentes níveis de performance. Rio Claro. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista; 1999. 67p.
38. Williams JR, Armstrong N. Relationship of maximal lactate steady state to performance at fixed blood lactate reference values in children. *Pediatr Exerc Sci.* 1991; 3:331-41.
39. Denadai BS, Greco CC, Teixeira M. Blood lactate response and critical speed in swimmers aged 10-12 years of different standards. *J Sport Sci.* 2000;18:779-84.
40. Toubekis AG, Tsami AP, Tokmakidis SP. Critical velocity and lactate threshold in young swimmers. *Int J Sports Med.* 2006;27(2):117-23.
41. Dekerle J, Pelayo P, Clipet B, Depretz S, Lefevre T, Sidney M. Critical swimming speed does not represent the speed at maximal lactate steady state. *Int J Sports Med.* 2005;26(7):524-30.