



# Validade do teste de 30 minutos (T-30) na determinação da capacidade aeróbia, parâmetros de braçada e *performance* aeróbia de nadadores treinados

Rafael Deminice<sup>1</sup>, Marcelo Papoti<sup>2</sup>, Alessandro Moura Zagatto<sup>2,3</sup> e Milton Vieira do Prado Júnior<sup>1</sup>

## RESUMO

O objetivo do presente estudo foi verificar a utilização da velocidade de 30 minutos (VT-30), frequência de braçada (fB), comprimento de braçada (CB) e índice de braçada (IB), obtidos no teste T-30, como métodos não-invasivos para determinação da *performance* aeróbia e técnica de nadadores treinados. Catorze nadadores submeteram-se a três esforços de 400m (85, 90 e 100% do esforço máximo) para determinação da velocidade de limiar anaeróbio (VLan) correspondente à concentração fixa de 3,5mM de lactato e um esforço máximo de 30 minutos (VT-30). fB, CB e IB foram calculados nos 10m centrais da piscina (nado limpo) para o teste T-30 (fBT-30, CBT-30 e IBT-30) e progressivo. Através da relação entre Vlan e parâmetros de braçada no teste progressivo, determinaram-se frequência de braçada de limiar (fBLan), comprimento de braçada de limiar (CBLan) e índice de braçada de limiar (IBLan). O tempo para realizar 400m em máximo esforço foi considerado como parâmetro de *performance* (P400). Não foi encontrada diferença significativa entre Vlan ( $1,29 \pm 0,07 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) e VT-30 ( $1,29 \pm 0,08 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ), que ainda apresentaram alta correlação ( $r = 0,90$ ). Os valores de fBLan ( $33,6 \pm 4,14$  ciclos/min) e fBT-30 ( $34,9 \pm 3,53$  ciclos/min) e de CBLan ( $2,09 \pm 0,20 \text{ m/ciclo}$ ) e CBT-30 ( $2,09 \pm 0,20 \text{ m/ciclo}$ ) também não foram significativamente diferentes. Correlações significativas ( $p < 0,05$ ) também foram encontradas entre VT-30 e P400 ( $r = 0,95$ ); fBLan e fBT-30 ( $r = 0,73$ ); CBLan e CBT-30 ( $r = 0,89$ ) e IBLan e IBT-30 ( $r = 0,94$ ). Conclui-se que a VT-30 se mostrou confiável para o monitoramento do treinamento, predição da *performance* e determinação de parâmetros relacionados à técnica de nadadores.

## ABSTRACT

### **Validity of 30 minutes test (T-30) in aerobic capacity, stroke parameters and aerobic performance determination of trained swimmers**

The aim of the present study was to verify the use of the 30 minutes velocity (VT-30), stroke rate (SR), stroke length (SL) and stroke index (SI), obtained in T-30 test, as non-invasive methods for trained swimmer's aerobic performance and technical determination. Fourteen swimmers accomplished three efforts along 400 m (85, 90 and 100% of the maximum effort) for anaerobic threshold speed determination (ATS) corresponding to 3.5 mM lactate fixed concentration, as well as a 30 minutes maximal effort (VT-30). SR, SL, and SI were calculated within the 10 m mid-

**Palavras-chave:** Natação. Limiar anaeróbio. Parâmetros de braçada. Teste de 30 minutos. *Performance*.

**Keywords:** Swimming. Anaerobic threshold. Stroking parameters. 30 minutes test. *Performance*.

section of the swimming pool (clean swim) for T-30 test (SRT-30, SLT-30 and SIT-30) and progressive test. Through the relation between ATS and stroke parameters in progressive test, stroke rate threshold (SRT), stroke length threshold (SLT) and stroke index threshold (SIT) were determined. The time to complete 400 m at maximal effort was considered as performance parameter (P400). No significant difference was found between the ATS ( $1.29 \pm 0.07 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) and VT-30 ( $1.29 \pm 0.08 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ), along with a correlation ( $r = 0.90$ ). The values of SRT ( $33.6 \pm 4.14$  cycles/min) and SRT-30 ( $34.9 \pm 3.53$  cycles/min) and of SLT ( $2.09 \pm 0.20 \text{ m/cycle}$ ) and SLT-30 ( $2.09 \pm 0.20 \text{ m/cycle}$ ) also had no significant differences. Significant correlations ( $p < 0.05$ ) were also found between VT-30 and P400 ( $r = 0.95$ ); SRT and SRT-30 ( $r = 0.73$ ); SLT and SLT-30 ( $r = 0.89$ ) and SIL and SIT-30 ( $r = 0.94$ ). It was concluded that the VT-30 shows reliability for training monitoring, performance prediction and technical parameters determination in swimmers.

## INTRODUÇÃO

O monitoramento e a avaliação de variáveis fisiológicas e da *performance* no treinamento esportivo podem ser fatores determinantes do sucesso em nadadores de alto nível. Sabe-se hoje que a técnica lactacidêmica tem mostrado ser uma ferramenta fidedigna e sensível na avaliação, prescrição e alterações decorrentes do estado de treinamento dessa modalidade<sup>(1-3)</sup>. Uma análise da relação entre a concentração de lactato sanguíneo ([LAC]) versus velocidade de nado (V), representada por curvas obtidas através de testes incrementais, evidenciam melhoras, estabilização ou degradação da capacidade aeróbia do nadador<sup>(3)</sup>.

A determinação do limiar anaeróbio (Lan) através da utilização da concentração de lactato sanguíneo identifica a mais alta intensidade de exercício em que a ressíntese de ATP é realizada pelo metabolismo aeróbio<sup>(4)</sup>, representando um parâmetro de capacidade aeróbia. O Lan tem sido utilizado para o monitoramento do treinamento<sup>(3)</sup>, prescrição da intensidade de treinamento aeróbio<sup>(5-6)</sup> e predição da *performance* de provas de fundo<sup>(2)</sup>. No entanto, a determinação do limiar anaeróbio utilizando a concentração de lactato sanguíneo necessita de equipamento específico, possuindo custo financeiro de aquisição e operacional, inviável para a maioria das equipes de natação do Brasil. Além disso, trata-se de um teste invasivo, sendo necessários cuidados com higiene e segurança<sup>(2)</sup>, limitando assim sua utilização na maioria dos clubes e academias. Com isso, muitos estudiosos procuram viabilizar protocolos de avaliação de menor custo, fácil aplicação e que avaliem e monitorem o treinamento de modo preciso e confiável<sup>(1-2,6-7)</sup>.

Olbrecht *et al.*<sup>(6)</sup> desenvolveram o teste T-30, que consiste em deslocar-se à máxima distância em 30 minutos em ritmo regular

1. Laboratório de Pesquisas em Educação Física, UNESP, Bauru, SP.

2. Laboratório de Biodinâmica, UNESP, Rio Claro, SP.

3. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, UFMS, Campo Grande, MS.

Recebido em 3/2/05. Versão final recebida em 5/9/05. Aceito em 12/9/05.

**Endereço para correspondência:** Rafael Deminice, Rua Arnaldo Victalino, 971, Iguatemi – 14091-220 – Ribeirão Preto, SP, Brasil.

E-mail: deminice@ig.com.br

do início ao final do teste. A velocidade média do teste de T-30 (VT-30) tem sido altamente correlacionada com a velocidade de limiar anaeróbio<sup>(6,8-11)</sup> e com a *performance* de natação<sup>(12)</sup>, de modo não invasivo e de fácil aplicação.

Entretanto, a mecânica de nado também desempenha papel decisivo no complexo de fatores determinantes do rendimento da natação e deve ser considerada nas avaliações. Foi demonstrado que a velocidade de deslocamento em natação é o produto da frequência de braçada (*fB*) pelo comprimento da braçada (*CB*) e variações na velocidade de nado pelo treinamento e destreino ocorrem principalmente por modificações na *fB* e no *CB*<sup>(13-14)</sup>. Por esse motivo, essas variáveis têm sido o foco de estudos em natação de alto nível<sup>(13,15)</sup>, de nível escolar<sup>(16)</sup>, portadores de deficiência<sup>(17)</sup> e para análise técnica entre nadadores e triatletas<sup>(18)</sup>.

Costill *et al.*<sup>(7)</sup> apresentaram o índice de braçada (*IB*) como o produto da velocidade de nado pela distância percorrida por ciclo de braçada e encontraram significativas correlações entre consumo de oxigênio ( $\dot{V}O_2$ ), velocidade de nado e essa variável. Esses autores demonstram que o gasto energético do nadador no estilo *crawl* depende da técnica de sua braçada. Keskinen e Komi<sup>(19)</sup> demonstraram que a relação entre *fB* e *CB* é influenciada pelo aumento da intensidade de esforço. Quando a velocidade de nado é menor que a intensidade de limiar anaeróbio, os nadadores são capazes de controlar a velocidade e manter o comprimento de braçada constante, simultaneamente. Porém, quando o esforço é realizado em intensidades acima do limiar anaeróbio, redução progressiva no *CB* é observada, atribuindo esse fato ao desenvolvimento de fadiga muscular local. Dekerle *et al.*<sup>(6)</sup> ressaltaram que o nadador deve saber escolher a *fB* correspondente ao menor dispêndio de energia durante a sua prova, sugerindo existir uma relação entre parâmetros fisiológicos e técnicos em natação. Langeani *et al.*<sup>(20)</sup> demonstraram haver crescimento e queda abrupta da *fB* e do *CB*, respectivamente, acompanhando o comportamento da lactacidemia em exercício progressivo.

Assim, foi demonstrado que o equilíbrio dinâmico do lactato pode ser observado durante o exercício de longa duração a intensidades correspondentes ao *Lan*<sup>(6,21)</sup>; desse modo, tal equilíbrio metabólico deve refletir-se no comportamento de parâmetros técnicos em natação. No entanto, ainda são insuficientes na literatura estudos que investigaram o T-30 de modo a relacionar os parâmetros mecânicos e fisiológicos com teste de capacidade aeróbia e *performance* de nadadores. Em função disso, o propósito do presente estudo foi verificar a utilização da VT-30 e dos parâmetros de braçada (*fB*, *CB* e *IB*) obtidos com a realização do T-30 como ferramentas não invasivas na avaliação da capacidade aeróbia, técnica de nado e na predição da *performance* de nadadores.

## MÉTODOS

### Participantes

Participaram voluntariamente do presente estudo 14 nadadores (nove do sexo masculino e cinco do feminino), com  $15,9 \pm 1,9$  anos, pertencentes a equipe de natação da cidade de Bauru-SP, após manifestação por escrito do termo e consentimento aprovado pelo comitê de ética da UNESP de Rio Claro.

Os atletas realizam treinamento regular e participam de competições estaduais e nacionais há mais de três anos. As características gerais dos participantes estão apresentadas na tabela 1.

TABELA 1  
Características gerais dos atletas estudados (n = 14)

	Massa (kg)	Estatura (cm)	Envergadura (cm)	Performance 400m (m.s <sup>-1</sup> )
Média	62,5	171,1	175,2	1,38
DP	9,1	7,7	9,5	0,09

## Procedimentos

O estudo foi realizado em piscina semi-olímpica (25 x 12 metros), do SESI de Bauru-SP (Brasil), com temperatura da água de  $27^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ .

Foram realizados dois testes em estilo *crawl* com intervalo de 48 horas entre os mesmos. Os nadadores realizaram previamente um período de aquecimento padronizado de aproximadamente 1.000m em estilo *crawl* e intensidade determinada subjetivamente pelos atletas e técnicos como "fácil".

### Determinação da velocidade de limiar anaeróbio (VLan) e performance máxima em 400m nado *crawl* (P400)

Para determinação da VLan foi utilizado o protocolo validado por Pereira *et al.*<sup>(22)</sup>. Nesse protocolo, os nadadores foram submetidos a três esforços progressivos de 400 metros nas intensidades correspondentes a 85, 90, e 100% da velocidade máxima para a distância. Foi realizado um intervalo de três minutos entre cada nado. As três tentativas foram iniciadas com saídas dentro da água. Os participantes foram estimulados verbalmente durante todo o teste e receberam informações visuais para o controle da intensidade de nado. Foram coletadas amostras de sangue (25 $\mu$ l do lóbulo da orelha) um minuto após o final de cada nado e um, três e cinco minutos após o término do teste para análise da lactacidemia. Para cada nado, foram calculadas a velocidade média e a concentração de lactato sanguíneo. A velocidade de limiar anaeróbio (VLan) foi adotada como a velocidade de nado correspondente à concentração fixa de 3,5mM de lactato na relação lactato *versus* velocidade por ajuste de curva de crescimento exponencial<sup>(22)</sup>.

O esforço de 400m realizado a 100% foi adotado como parâmetro de *performance* máxima de 400m (P400).

### Determinação da velocidade média em 30 minutos (VT-30)

No teste T-30, os atletas foram instruídos a nadar a máxima distância possível em 30 minutos. A VT-30 foi determinada pela razão entre a distância nadada (m) pelo tempo de nado (1.800s). Foram realizadas coletas de sangue aos um, três e cinco minutos após o término do teste para análise da lactacidemia.

### Amostras de sangue

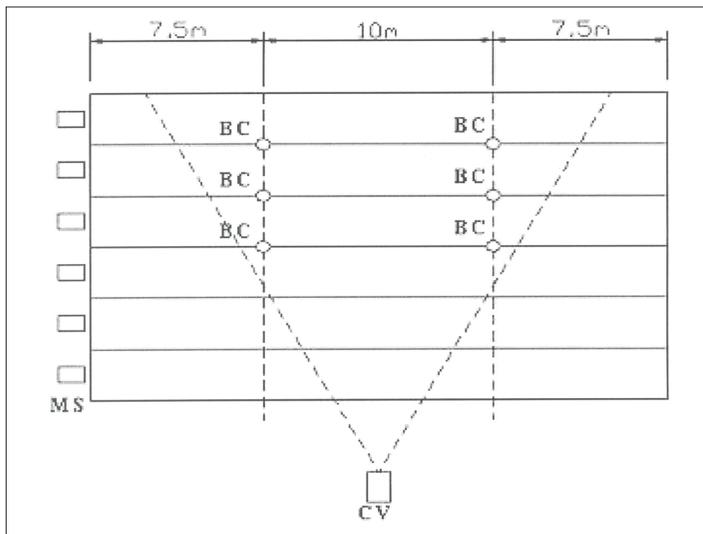
Foram coletados 25 $\mu$ l de sangue do lóbulo da orelha para mensuração da concentração de lactato [LAC]. As amostras foram armazenadas em tubos Eppendorf de 1,5ml contendo 50 $\mu$ l de fluoreto de sódio a 1% (NaF). O homogenado foi analisado em lactímetro eletroquímico YSI modelo 1500 Sport (YSI, Ohio, EUA). As concentrações de lactato foram expressas em mM.

### Determinação dos parâmetros de braçada (*fB*, *CB* e *IB*)

Para determinação da frequência de braçada (*fB*), comprimento de braçada (*CB*) e do índice de braçada (*IB*), nos testes VLan e T-30, foi utilizada uma câmera do tipo *S-VHS Panasonic M9000*. A câmera foi posicionada paralelamente às raias da piscina, registrando apenas o nado nos 10m centrais da piscina (figura 1). Para que fossem registrados apenas os 10m de nado limpo (sem influência da impulsão das viradas e saídas), balões coloridos foram colocados nas raias em que os participantes realizaram os nados a 7,5m da margem de saída, como demonstra a figura 1.

A análise das imagens foi realizada com o auxílio do *software Studio DC10 Plus*. As imagens gravadas pela câmera a 30Hz foram digitalizadas e analisadas quadro-a-quadro a 0,03s para determinação correta do tempo gasto para realizar os 10m de nado limpo e quatro ciclos completos de braçada.

A frequência de braçada (*fB*) foi determinada pelo método de quatro ciclos adaptado de Kennedy *et al.*<sup>(23)</sup>. A *fB* foi correspondente à razão de quatro ciclos de braçada (*cb*) pelo tempo gasto para completar o mesmo nos 10m de nado limpo (equação 1). A velocidade de nado (*V*) foi determinada pela razão entre 10m de



**Figura 1** – Modelo representativo dos procedimentos de determinação dos parâmetros de braçada nos 10m de nado limpo: balões coloridos (BC); posicionamento da câmera de vídeo (CV); perspectiva de registro (—); margem de saída (MS).

nado limpo pelo tempo gasto para completar o mesmo (equação 2). O comprimento de braçada em 10m foi determinado pela razão entre  $V$  e  $fB$  (equação 3). O índice de braçada (IB) foi calculado de acordo com Costill *et al.*<sup>(7)</sup>, através do produto da velocidade de nado limpo pelo comprimento de braçada (equação 4). Todos os parâmetros de braçada foram calculados no total de 400m durante o teste progressivo e a cada 400m no teste T-30.

$$fB = 4cb/\text{tempo para } 4cb \times 60s \quad (\text{equação 1})$$

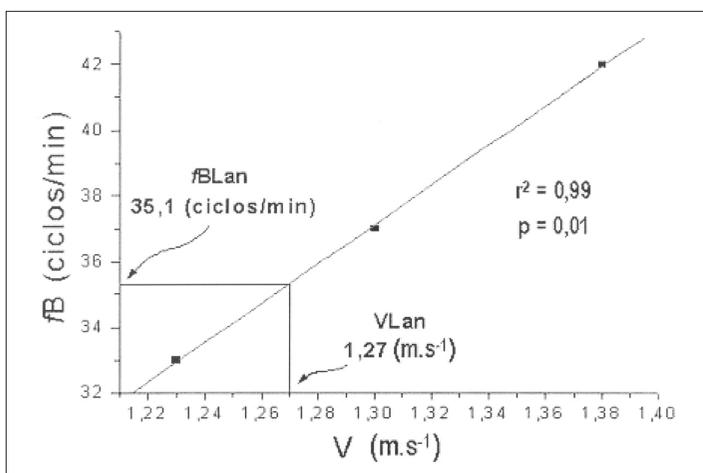
$$V = 10m/\text{tempo para } 10m \quad (\text{equação 2})$$

$$CB = V/fB \quad (\text{equação 3})$$

$$IB = V \times CB \quad (\text{equação 4})$$

Através da média dos valores de  $fB$ ,  $CB$  e  $IB$  em 30 minutos, determinaram-se frequência de braçada em 30 minutos ( $fBT-30$ ), comprimento de braçada em 30 minutos ( $CBT-30$ ) e índice de braçada em 30 minutos ( $IBT-30$ ).

A partir da relação entre velocidade de limiar anaeróbio e parâmetros de braçada obtidos no teste progressivo, determinaram-se por interpolação linear os valores correspondentes à frequência de braçada de limiar ( $fBLan$ ), comprimento de braçada de limiar ( $CBLan$ ) e índice de braçada de limiar ( $IBLan$ ), como demonstra a figura 2.



**Figura 2** – Exemplo de regressão linear para determinação da frequência de braçada de limiar ( $fBLan$ ), comprimento de braçada de limiar ( $CBLan$ ) e índice de braçada de limiar ( $IBLan$ ) no teste progressivo

## Análise estatística

Foram utilizados o teste  $t$  de Student para amostras dependentes e o teste de correlação de Pearson para comparar e verificar possíveis associações da  $V$ ,  $fB$   $CB$  e  $IB$  proveniente dos testes de  $V Lan$  e T-30, respectivamente. O teste de correlação de Pearson ainda foi utilizado para verificar associações entre os parâmetros obtidos dos testes de  $V Lan$  e T-30 com a *performance* máxima de 400m nado *crawl*. Em todos os casos, o nível de significância foi prefixado em  $p \leq 0,05$ .

## RESULTADOS

Os resultados estão expressos em média e desvio-padrão. A  $V Lan$  ( $1,29 \pm 0,07m.s^{-1}$ ) não foi significativamente diferente da  $V T-30$  ( $1,29 \pm 0,08m.s^{-1}$ ) e ambas foram altamente correlacionadas (0,90). Além disso, foram verificadas concentrações de  $3,76 \pm 1,65mM$  de lactato sanguíneo após o T-30.

Não foram encontradas diferenças significativas entre  $fBLan$  e  $fBT-30$  e entre  $CBLan$  e  $CBT-30$ , ao contrário do ocorrido entre  $IBLan$  e  $IBT-30$  (tabela 2). Ainda verificaram-se correlações de 0,73, 0,89 e 0,94 para os valores de  $fB$ ,  $CB$  e  $IB$  respectivamente, provenientes dos testes de  $V Lan$  e T-30.

**TABELA 2**  
Valores médios e DP de frequência de braçada de limiar ( $fBLan$ ), frequência de braçada em 30 minutos ( $fBT-30$ ), comprimento de braçada de limiar ( $CBLan$ ), comprimento de braçada em 30 minutos ( $CBT-30$ ), índice de braçada de limiar ( $IBLan$ ) e índice de braçada em 30 minutos ( $IBT-30$ )

	fB (ciclos/min)		CB (m/ciclo)		IB	
	fBLan	fBT-30	CBLan	CBT-30	IBLan	IBT-30
Média	33,9	34,9	2,09	2,09	2,44	2,53*
DP	4,14	3,53	0,20	0,20	0,29	0,32

\*  $p < 0,05$  em relação à  $IBLan$ .

A P400 ( $1,38 \pm 0,09m.s^{-1}$ ) apresentou significativas correlações com a  $V Lan$  (0,94) e  $V T-30$  (0,95).

## DISCUSSÃO

A grande vantagem de utilizar métodos indiretos no cotidiano do treinamento de nadadores está principalmente relacionada ao baixo custo e fácil aplicabilidade. Embora o T-30 seja uma metodologia muito utilizada na determinação da  $V Lan$  em natação, essa apresenta algumas limitações, pois os nadadores devem ser instruídos a nadar a máxima distância dentro do tempo predeterminado (30 minutos), o que muitas vezes é influenciado pelo grau de motivação. Além disso, essa metodologia desconsidera a participação do metabolismo anaeróbio envolvido. Desse modo, é possível que determinado nadador apresente evolução na velocidade média obtida no T-30 ( $V T-30$ ) como resultado da aplicação de sessões de treinamento objetivando o desenvolvimento da tolerância ao lactato. No entanto, os efeitos do treinamento anaeróbio sobre a  $V T-30$  parecem ser modestos com relação aos efeitos do treinamento aeróbio<sup>(10)</sup>.

No presente estudo, a  $V T-30$  não foi significativamente diferente da  $V Lan$ . Esse achado corrobora os resultados de Olbrecht *et al.*<sup>(6)</sup>, que em seu estudo utilizaram para determinação da capacidade aeróbia o teste de duas velocidades ( $2 \times 400m$ ), sendo a  $V Lan$  adotada como a velocidade de nado correspondente à concentração fixa de  $4mM$ . Para identificação da  $V Lan$  na presente investigação, foram utilizadas pausas de apenas três minutos entre os esforços, visando a otimização do tempo nos testes. Para isso, adotou-se a concentração fixa de  $3,5mM$  de lactato<sup>(22,24)</sup> e não a de  $4,0mM$ , como geralmente é utilizado<sup>(4,25)</sup>. A utilização dessa concentração contraria Heck *et al.*<sup>(4)</sup>, que sugerem a concentração fixa de  $3,5mM$  apenas para protocolos com estágios com duração

de até 3min, inferiores aos utilizados nesse estudo (4 a 5min). O uso da concentração fixa de 4mM, sugerido por esses autores, quando a duração dos estágios é de 5min, parece superestimar a V<sub>Lan</sub> na natação, se a pausa entre os esforços incrementais for pequena, provavelmente devido à existência de efeitos residuais do metabolismo e da fadiga específica dos estágios anteriores, visto que os testes incrementais para determinação da V<sub>Lan</sub> podem ser considerados protocolos dependentes<sup>(24)</sup>.

No presente estudo, os resultados do teste de correlação mostram que o melhor preditor da V<sub>Lan</sub> foi a VT-30 ( $r = 0,90$ ), não apresentando diferenças entre as duas variáveis. Esse resultado confirma os achados na literatura, reforçando a possibilidade de utilização do teste T-30 como índice determinante da capacidade aeróbia em natação<sup>(2,6,8-11)</sup>. Além disso, a concentração média de lactato de pico encontrada ao final do teste T-30 foi de  $3,76 \pm 1,65$ mM, valor muito próximo ao da concentração de lactato utilizada no teste para determinação da V<sub>Lan</sub>. Dekerle *et al.*<sup>(6)</sup> observaram concentração de lactato de pico de  $3,65 \pm 1,58$  no teste T-30, valor também próximo a 3,5mM. Olbrecht *et al.*<sup>(6)</sup>, utilizando a concentração fixa de 4mM, também não encontraram diferença significativa, além de constatar alta correlação entre a V<sub>Lan</sub> e a velocidade média em 30min, com concentração de lactato pico de  $4,01 \pm 0,75$ mM. A VT-30 também mostrou-se como um bom preditor da *performance* de 400m, apresentando alta correlação ( $r = 0,95$ ).

Estudos pioneiros utilizaram o tempo final de nado ou a velocidade baseada na razão do tempo final total pela distância do nado para determinação dos parâmetros de braçada (*fB* e *CB*)<sup>(13-14)</sup>, procedimento este que leva em consideração a influência da impulsão das saídas e viradas a cada volta. Para calcular a *fB*, *CB* e o *IB* no presente estudo, foi utilizada a velocidade de nado limpo (sem a influência da impulsão das saídas e das viradas). A utilização desse método permite o cálculo real da habilidade técnica do nadador, pois diminui a interferência por particularidades nas saídas e viradas dos atletas. Craig *et al.*<sup>(14)</sup> demonstraram que, calculando o comprimento de braçada para viradas uniformes, os valores diminuem em 5%.

No presente estudo, a determinação dos limiares de braçada foi realizada a partir da plotagem da relação linear entre velocidade de limiar anaeróbio e parâmetros de braçada (figura 2). Keskinen e Komi<sup>(19)</sup>, estudando diferentes relações entre os parâmetros de braçada em diferentes intensidades de exercício, relataram que a velocidade de nado e a frequência de braçada foram mantidas praticamente constantes até a intensidade de limiar anaeróbio ser alcançada. No entanto, queda significativa na curva do comprimento de braçada foi observada quando essa intensidade de limiar foi ultrapassada. Langeani *et al.*<sup>(20)</sup>, em estudo recente, encontraram crescimento e queda abrupta na frequência e comprimento de braçada, respectivamente, em exercício progressivo de seis incrementos, que correspondeu com o comportamento da curva de lactato sanguíneo, com altas correlações entre as velocidades de limiar de lactato e limiar de parâmetros de braçada (V-LL vs V-LFB,  $r = 0,98$ ; V-LL vs V-LAB,  $r = 0,96$ ), sugerindo a utilização desses parâmetros como alternativas aos testes invasivos lactadômicos para determinação da V<sub>Lan</sub>.

A relação entre a velocidade de nado e os parâmetros de braçada observados no presente estudo apresentaram comportamento linear ( $r^2 = 0,99$ ), contrariando os achados de Keskinen e Komi<sup>(19)</sup>. Uma possível explicação para essas diferenças pode ser a utilização de apenas três pontos na determinação dos parâmetros de braçada referentes à V<sub>Lan</sub>, podendo não refletir fielmente o comportamento das características mecânicas do nado em função do aumento da intensidade de exercício.

A não diferença encontrada dos valores *fB*<sub>Lan</sub> e *CB*<sub>Lan</sub> com *fBT*-30 e *CBT*-30, respectivamente, além das significativas correlações verificadas entre esses parâmetros, confirma a hipótese de que a *fB* e o *CB* estão diretamente relacionados à fadiga em

natação<sup>(7,15)</sup>. Esses achados mostram que o comprimento de braçada é espontaneamente mantido em intensidades constantes e ainda sugerem a existência de um equilíbrio técnico, reflexo do equilíbrio dinâmico de lactato observado durante o exercício de longa duração em intensidades correspondentes à V<sub>Lan</sub>. Assim, *fB* e *CB* correspondentes à V<sub>Lan</sub> e/ou a V-T30 podem ser parâmetros úteis para controlar e prescrever intensidades de treinamento e na avaliação da mecânica de nado. A melhora na mecânica de nado, principalmente em séries aeróbias, provavelmente será refletida em mudanças nesses parâmetros, podendo influenciar o aumento da velocidade de nado durante a competição<sup>(6)</sup>.

A maioria dos estudos que buscam relacionar parâmetros mecânicos de nado e aspectos fisiológicos tem utilizado o limiar anaeróbio determinado através da relação entre concentração de lactato sanguíneo *versus* velocidade de nado a partir de nados incrementais<sup>(11,19-20)</sup>, metodologia essa também utilizada no presente estudo. Pereira *et al.*<sup>(22)</sup> destacam que os protocolos incrementais podem falhar ou indicar intensidade inadequada de treinamento. Desse modo, a velocidade máxima de nado a qual pode ser mantida com o equilíbrio máximo de produção e de remoção do lactato, determinada a partir do protocolo de máxima fase estável de lactato<sup>(4)</sup> (MFEL), pode representar a intensidade mais adequada para controlar e aprimorar a técnica de nado durante o treinamento aeróbio. Assim, são necessários estudos a fim de relacionar MFEL e parâmetros técnicos de nado.

Os resultados do presente estudo sugerem a utilização do T-30 como ferramenta não invasiva e de baixo custo na avaliação da capacidade aeróbia, determinação de parâmetros relacionados à técnica de nado e na predição da *performance* de 400m em nadadores treinados.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração do técnico de natação André Barbosa Velosa, do SESI Prata-Unimed de Bauru, por ter gentilmente cedido seus atletas; ao Prof. Dr. Sérgio Tossi Rodrigues, por ter viabilizado a análise das imagens em seu laboratório; e a Marina Álvares Denardi, pela revisão ortográfica.

---

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

---

## REFERÊNCIAS

1. Denadai BS. Avaliação aeróbia: determinação indireta do lactato sanguíneo. Motrix: Rio Claro; 2000.
2. Maglischo EW. Nadando ainda mais rápido. São Paulo: Ed. Manole; 1999.
3. Pyne DB, Lee H, Swanwick KM. Monitoring the lactate threshold in world-ranked swimmers. Med Sci Sports Exerc. 2001;33:291-7.
4. Heck H, Mader A, Hess G, Mucke S, Muller R, Hollman W. Justification of 4-mmol/l lactate threshold. Int J Sports Med. 1985;6:117-30.
5. Madsen O, Lohberg M. The lowdown on lactates. Swimming Technique. 1987; 24:21-6.
6. Olbrecht J, Madsen Ø, Mader A, Liesen H, Hollmann W. Relationship between swimming velocity and lactic acid concentration during continuous and intermittent training exercises. Int J Sports Med. 1985;6:74-7.
7. Costill D, Kovaleski J, Porter D, Kirwan J, Fielding R, King D. Energy expenditure during front crawl swimming: predicting success in middle-distance events. Int J Sports Med. 1985;6:266-70.
8. Dekerle J, Sidney M, Hespel JM, Pelayo P. Validity and reliability of critical speed, critical stroke rate, and anaerobic capacity in relation to front crawl swimming performances. Int J Sports Med. 2002;23:93-8.
9. Weiss M, Bouws NE, Weicker. Comparison between the 30-minutes-test and 300 m-step-test according to Simon in the women's national swimming team. Int J Sports Med. 1998;9:379 (Abstract).
10. Olbrecht J. The science of winning: planning, periodizing and optimizing swim training. Sponson; 2000.
11. Deminice R, Prado Júnior MV, Papoti M, Zagatto AM. Utilização de métodos não-invasivos como indicadores da capacidade aeróbia e da *performance* em natação competitiva. Rev Bras Ciên e Mov. 2003;(edição especial):S130.

12. Dos Santos ILG, Papoti M, Gobatto CA, Zagatto AM. Utilização de protocolos não-invasivos para estimar a *performance* de 200 e 400 metros em natação. Rev Bras Ciên e Mov. 2004;(edição especial):S200.
13. Craig JRAB, Pendergast DR. Relationships of stroke rate distance per stroke and velocity in competitive swimming. Med Sci Sports Exerc. 1979;11:278-83.
14. Craig JRAB, Skehan PL, Pawelczyk J, Boomer WL. Velocity, stroke rate, and distance per stroke during elite swimming competition. Med Sci Sports Exerc. 1985; 17:625-34.
15. Wakayoshi K, Acquisto LJD, Cappaert JM, Troup JP. Relationship between oxygen uptake, stroke rate and swimming velocity in competitive swimming. Int J Sports Med. 1995;16:19-23.
16. Pelayo P, Wille PL, Sidney M, Berthoin S, Lavoiej M. Swimming performances and stroking parameters in non skilled grammar school pupils: relation with age, gender and some anthropometrics characteristics. J Sports Med Phys Fitness. 1997;37:187-93.
17. Pelayo P, Sidney M, Moretto M, Wille PL, Chollet D. Stroking parameters in top-level swimmers with a disability. Med Sci Sports Exerc. 1998;31:1839-43.
18. Toussant HM. Differences in propelling efficiency between competitive and triathlon swimmers. Med Sci Sports Exerc. 1990;22:409-15.
19. Keskinen KL, Komi PV. Stroking characteristics of front crawl swimming during exercise. J Appl Biomech. 1993;9:219-26.
20. Langeani AK, Belli T, Baldissera V, Ribeiro LFP, Costa PHL. Identificação do limiar de lactato através de parâmetros da mecânica de nado em atletas adolescentes. Motriz. 2003;9:S61.
21. Stegmann H, Kindermann W. Comparison of prolonged exercise tests at the individual anaerobic threshold and the fixed anaerobic threshold of 4 mmol.l<sup>-1</sup> lactate. Int J Sports Med. 1982;3:105-10.
22. Pereira RR, Papoti M, Zagatto AM, Gobatto CA. Validação de dois protocolos para determinação do limiar anaeróbio em natação. Motriz. 2002;8:63-8.
23. Kennedy P, Brown P, Chengalur SN, Nelson RC. Analysis of male and female Olympic swimmers in the 100-meter events. Int J Sport Biomech. 1990;6:187-97.
24. Kiss MAPDM, Fleishmann E, Cordani IK, Kalinovsky F, Costa R, Oliveira FR, et al. Validade da velocidade de limiar de lactato de 3,5mmol/L<sup>-1</sup> identificada através de teste em pista de atletismo. Rev Paul Educ Fis. 1995;9:16-25.