

**Artigo original**

Italo Quenni Araujo de Vasconcelos¹
Luís Paulo Gomes Mascarenhas¹
Anderson Zampier Ulbrich¹
Antonio Stabelini Neto¹
Rodrigo Bozza¹
Wagner de Campos¹

A VELOCIDADE CRÍTICA COMO PREDITOR DE DESEMPENHO AERÓBIO EM CRIANÇAS

CRITICAL SPEED AS A PREDICTOR OF AEROBIC PERFORMANCE IN CHILDREN

RESUMO

O estudo teve como objetivo comparar o tempo obtido na prova de 1.600m com o tempo predito pela velocidade crítica, bem como verificar a associação da velocidade crítica e da potência aeróbia (VO_2 máx) com o desempenho aeróbio (tempo 1.600m) em crianças. A amostra foi composta de 25 meninos e 39 meninas, com faixa etária entre 9 a 11 anos, classificadas nos estágios de maturação sexual 1 e 2 de Tanner. A velocidade crítica foi obtida pelo modelo de avaliação trabalho versus tempo, na realização de dois tiros máximos de 200m e 800m. O VO_2 máx foi obtido através do teste de vai-vem de 20m. O desempenho aeróbio foi obtido através do tempo de percurso em uma prova rústica de 1.600m. Utilizou-se a estatística descritiva, teste "t" student e a correlação de Pearson, adotando $p < 0,05$. Em ambos os grupos, o desempenho obtido na prova de 1.600m foi significativamente menor que o desempenho predito pela velocidade crítica (masculino: $8,43 \pm 0,78$ min versus $10,16 \pm 1,37$ min; feminino: $9,09 \pm 0,75$ min versus $10,30 \pm 1,09$ min) ($p = 0,0001$). Observaram-se correlações inversamente significativas entre a velocidade crítica e o desempenho aeróbio nos grupos masculino e feminino ($r = -0,52$ e $r = -0,70$, respectivamente), e entre o VO_2 máx e o desempenho aeróbio no grupo feminino ($r = -0,48$). Para este estudo, a velocidade crítica não se apresentou como preditor para prova de 1.600m. No entanto, as correlações significativas indicam que a velocidade crítica pode ser utilizada como ferramenta para controle de treinamento aeróbio em crianças.

Palavras-chave: Velocidade crítica; Desempenho aeróbio; Crianças.

ABSTRACT

To compare times achieved in a 1,600m rural road run with the times predicted from critical speed, in addition to verify any association between critical speed and VO_2 max with the aerobic performance (1,600m time) of children. The sample consisted of 25 boys and 39 girls, aged 9 to 11 years. Their critical speeds were determined using the work versus time model, performed in the 200m and 800m maximum runs. The value of VO_2 max was measured using a 20-meter shuttle-run test. Endurance performance was determined from the time obtained in a rural 1,600m road run. Statistical procedures used were descriptive analyses, Student's t test and Pearson's moment correlation, with significance level set at $p < 0.05$. The times achieved for aerobic performance were significantly lower than the performance predicted from critical speed, for both sexes (males: 8.43 ± 0.78 min versus 10.16 ± 1.37 min; females: 9.09 ± 0.75 min versus 10.30 ± 1.09 min) ($p = 0.0001$). Significant inverse relationships were observed between critical speed and aerobic performance for both subsets (males: $r = -0.52$; females: $r = -0.70$), and between VO_2 max and aerobic performance in the case of females ($r = -0.48$). In this study critical speed was not shown to be a predictor of performance in a 1,600m road run. However, the significant correlations observed suggest that critical speed could be used as a tool to control endurance training in children.

Key words: Critical speed; Aerobic performance; Children.

¹ Centro de Pesquisa em Exercício e Esporte. Departamento de Educação Física. Universidade Federal do Paraná (UFPR). Brasil

INTRODUÇÃO

Atualmente existe uma diversidade de protocolos elaborados e validados para predição do desempenho nos eventos de longa duração e controle de treinamento aeróbio em atletas adultos^{1,2,3}, no entanto, pouco se tem investigado sobre a validade e utilização de métodos com esta finalidade em populações jovens.

Entre os preditores de desempenho e controle de treinos mais utilizados temos o limiar anaeróbio⁴ e o consumo máximo de oxigênio ($VO_{2\text{máx}}$) que podem ser expressos em valores absolutos ($L\cdot\text{min}^{-1}$)⁵, quando avaliado em atletas de modalidades que não se caracterizam em sustentação do peso corporal, como na natação. Ou então, expressos em valores relativos à massa corporal ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), quando avaliado em atletas de modalidades que envolvem sustentação do peso corporal, como nas provas de pista no atletismo².

Porém, a maioria destes protocolos envolve a utilização de instrumentos e procedimentos sofisticados de alto custo e complexo manuseio, além de permitir apenas a avaliação de um número reduzido de indivíduos. Desta forma, na intenção de simplificar a avaliação do desempenho aeróbio e prever o limiar anaeróbio, Monod e Scherrer⁶ propuseram um método para avaliação da potência crítica, ou da velocidade crítica, termo mais utilizado atualmente e utilizado como indicador que apresenta o desempenho expresso com valores médios de velocidade em metros por segundo, correspondente à especificidade de trabalho da modalidade praticada. Este método foi elaborado e validado a partir das associações encontradas com as concentrações de lactato sanguíneo e limiar ventilatório⁴.

Este indicador indireto e não invasivo têm-se mostrado bastante eficiente para determinação e controle da intensidade de corrida que pode ser mantida por tempo indeterminado sem o aparecimento da fadiga, sendo correspondente à "*Maximal Lactate Steady State*" – MLSS (máxima fase estável de lactato sanguíneo)⁷.

O valor da MLSS pode variar de acordo com a faixa etária, sendo interpretado e aceito pela literatura esportiva^{5,8} como a concentração correspondente a 2,5 mM de lactato sanguíneo em crianças, diferenciando-as dos adultos que podem alcançar as mesmas características a uma concentração de 4,0 mM. Além disso, esta velocidade (m/s) pode ser interpretada como a mais alta intensidade de exercício que pode ser mantido com predominância da síntese aeróbia de ATP⁹.

Neste sentido, os estudos de McDemortt et al.¹⁰ apresentaram uma elevada correlação entre a velocidade crítica determinada a partir dos tempos obtidos nas distâncias de 400, 800, e 1600m em esteira rolante, com a *performance* nos 10 km ($r=0,97$). Em seguida, os autores verificaram também uma alta correlação da *performance* nos 10 km ($r=0,92$), com a velocidade crítica obtida a partir dos tempos em teste de pista.

Além disso, Hill¹¹ afirma que, como preditor do desempenho aeróbio, a velocidade crítica parece não sofrer influência do nível de condicionamento e da idade cronológica, ou seja, é permitida a avaliação em qualquer fase do treinamento e em qualquer grupo etário, pois não existem classificações e critérios pré-estabelecidos para a realização do teste.

Contudo, apesar da facilidade da aplicação da velocidade crítica como preditor de desempenho, ainda muitas especulações pairam quanto a sua utilização em indivíduos mais novos, uma vez que poucos estudos têm sido conduzidos, investigando o uso desta metodologia com crianças. Portanto, estabeleceu-se como objetivo deste estudo comparar o tempo obtido na prova de 1.600m com o tempo predito pela velocidade crítica, bem como verificar a associação da velocidade crítica e a potência aeróbia ($VO_{2\text{máx}}$) com o desempenho aeróbio (tempo 1.600m), em crianças de ambos os sexos, com idade entre 9 e 11 anos.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

População e amostra - Participaram da avaliação crianças com idades entre 9 a 11 anos, praticantes da modalidade atletismo, proposta como atividade extracurricular de uma escola de ensino fundamental da rede pública municipal de Apucarana, Paraná. Todas as crianças matriculadas (127 escolares) foram convidadas a participar do estudo. Destas, 25 meninos e 39 meninas concordaram em participar das avaliações. Identificou-se o estágio de maturação sexual através do método proposto por Tanner¹², classificando as crianças avaliadas nos estágios 1 e 2.

Antes do início das avaliações, todas as crianças e seus respectivos responsáveis preencheram um termo de consentimento, autorizando o uso de seus dados para pesquisa. Neste termo constava que não haveria identificação dos mesmos e que poderiam abandonar os testes a qualquer momento se desejassem.

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Paraná, conforme a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, envolvendo pesquisas em seres humanos, processo nº 2004015187.

Estágio maturacional - Foi utilizado o método auto-avaliativo proposto por Tanner¹², o qual permite a própria criança identificar em qual estágio maturacional ela se encontra, através de figuras demonstradas para a observação do desenvolvimento da pilosidade pubiana. A auto-avaliação da pilosidade pubiana apresenta coeficientes de concordância com a avaliação médica satisfatórios para meninos ($k=0,61$) e meninas ($k=0,53$)^{13,14}. O modelo de Tanner contém cinco figuras diferentes que compreendem os estágios maturacionais de 1 a 5. Na intenção de evitar constrangimentos para obtenção do diagnóstico em ambos os sexos, uma professora e um professor da própria escola auxiliaram na realização das análises.

Avaliação da velocidade crítica - Os indivíduos realizaram uma sessão de treinamento que consistiu de aquecimento prévio acompanhado de alongamento com aproximadamente 8 minutos de duração. Em seguida foram orientados em uma pista de 200m, situada nas dependências da escola, a realizar 2 tiros máximos, sendo o primeiro de 200m e o segundo de 800m, com intervalo de 20 minutos entre os tiros, anotando-se os respectivos tempos obtidos em cada distância.

A velocidade crítica (VC) foi obtida através da inclinação da reta de regressão entre as duas coordenadas das distâncias e seus respectivos tempos, conforme proposta de Kranenburg e Smith¹. Este modelo de regressão de 2 coordenadas apresenta uma confiabilidade de $r = 0,98$ quando correlacionado com modelo de 4 coordenadas¹⁵.

O gráfico 1 exemplifica a determinação da VC para um indivíduo da amostra do sexo masculino, através do modelo proposto por Kranenburg e Smith¹. A inclinação da reta representa a intensidade de corrida correspondente à VC, a qual pode ser obtida pela seguinte fórmula: $VC \text{ (m/s)} = (2^{\text{a}} \text{ distância} - 1^{\text{a}} \text{ distância}) / (2^{\text{o}} \text{ tempo} - 1^{\text{o}} \text{ tempo})$.

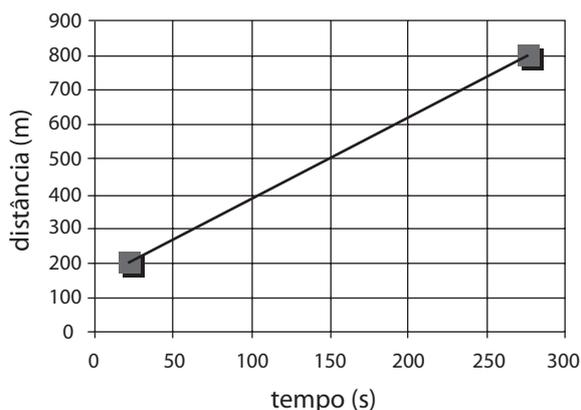


Gráfico 1. Determinação da velocidade crítica (VC), segundo Kranenburg e Smith¹, para um indivíduo do sexo masculino. $VC = 2,4 \text{ m/s}$.

Avaliação do desempenho aeróbio - Todos os avaliados participaram da tradicional Prova Pedestre 28 de Janeiro, realizada no município de Apucarana, Paraná, sendo esta uma das etapas do circuito nacional de corridas de rua. Esta prova consistia em percorrer uma distância de 1.600m, estabelecida como prova de meio-fundo para crianças de até 11 anos de idade. Foram anotados os tempos obtidos ao

final da prova a fim de obter o desempenho aeróbio individual¹⁶.

Avaliação do consumo máximo de oxigênio - Para a mensuração do $VO_2\text{máx}$ em valores relativos à massa corporal ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), foi utilizado o teste de vai-vem de 20m proposto por Léger et al.². Este teste indireto consiste em percorrer uma distância demarcada de 20 metros entre duas linhas paralelas, no qual o avaliado percorre entre as linhas, sendo estimulado por um ritmo sonoro que determina a velocidade de corrida. A frequência sonora aumenta progressivamente a cada um minuto, assim como a velocidade de corrida aumenta em 0,5 km/h a cada minuto, sendo que a velocidade inicial do teste é de 8,5 km/h. O teste termina quando o indivíduo alcança a exaustão, não sendo mais capaz de seguir o ritmo sonoro proposto, sendo anotado o último estágio anunciado pela gravação sonora em que o indivíduo parou no teste. Para a estimativa do $VO_2\text{máx}$ ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), aplica-se uma fórmula matemática que leva em consideração a idade (I) e a velocidade de corrida (V) em que foi interrompido o teste ($VO_2\text{máx} = 31.025 + 3.238*V - 3.248*I + 0.1536*V*I$). Este teste apresenta uma confiabilidade de $r=0,89$ para crianças e adolescentes².

Delineamento do estudo e análise estatística - Estudo de caráter comparativo¹⁷, tendo o sexo como variável categórica e como variáveis dependentes estabeleceu-se o tempo obtido na prova de 1.600m e o tempo predito pela VC. Inicialmente, a fim de caracterizar a amostra, utilizou-se estatística descritiva com valores expressos em média e desvio padrão, e para a comparação entre os tempos obtidos e preditos foi utilizado o teste "t" student. Posteriormente, para verificar o nível de associação da VC e $VO_2\text{máx}$ com o desempenho aeróbio (tempo 1.600m), utilizou-se a correlação de Pearson, adotando nível de confiança em $p < 0,05$.

RESULTADOS

Na tabela 1, é apresentado a caracterização dos grupos masculino e feminino, com valores médios e desvios-padrão das variáveis: idade decimal, massa corporal, estatura, velocidade crítica (VC), desempenho aeróbio, e $VO_2\text{máx}$. O teste "t" indicou diferenças significativas entre os grupos para a idade decimal e desempenho aeróbio.

Observa-se que os meninos apresentaram um menor período de prova em relação às meninas, indicando diferenças significativas no desempenho

Tabela 1. Médias e desvios-padrão para idade, MC, estatura, VC, desempenho aeróbio, e $VO_2\text{máx}$.

Variáveis	Masculino	Feminino	T	p
Idade (anos)	10,16±0,8*	9,56±0,68	3,19	0,002
Massa corporal (kg)	32,84±0,68	33,74±7,85	-0,48	0,62
Estatura (cm)	140,72±6,92	139,64±6,80	0,61	0,54
VC (m/s)	2,57±0,32	2,55±0,27	0,26	0,79
Desempenho aeróbio (min)	8,43±0,77*	9,09±0,75	-3,38	0,001
$VO_2\text{máx}$ ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$)	42,65±2,71	42,82±2,41	-0,25	0,79

* $p < 0,05$

Tabela 2. Médias e desvios-padrão em minutos do desempenho obtido na prova de 1.600m e o desempenho de 1.600m predito pela VC dos grupos masculino e feminino.

Grupos	Desempenho obtido (1600m)	Desempenho predito (VC)	T	p
Masculino	8,43±0,78**	10,16±1,37	-7,840	0,0001
Feminino	9,09±0,75**	10,30±1,09	-10,062	0,0001

** p<0,01= diferença dos tempos no mesmo grupo.

aeróbio. Isto se deve, possivelmente, ao maior envolvimento e motivação dos meninos na participação do programa de treinamentos, influenciando no menor tempo obtido em relação às meninas.

Na tabela 2, são apresentados os valores do teste “t”, comparando as médias em minutos do desempenho aeróbio obtido na prova de 1.600m com o desempenho predito pela equação da VC, sendo observadas diferenças significativas em ambos os grupos.

A partir destes resultados observa-se que, tanto para o grupo masculino quanto para o grupo feminino, a VC não se apresentou como preditor de desempenho para a prova de 1.600m, pelo fato que os valores preditos pela VC foram significativamente maiores que os valores obtidos na prova por ambos os grupos.

Neste caso, para que a VC se apresentasse como preditor de desempenho aeróbio, os valores de duração da prova e de predição pela VC não poderiam ter indicado diferenças significativas.

Na tabela 3, são apresentados os coeficientes de correlação da VC e o VO_2 máx com o desempenho aeróbio dos grupos masculino e feminino. Observaram-se correlações significativas no grupo masculino da VC com o desempenho aeróbio ($p= 0,007$) e no grupo feminino da VC e VO_2 máx com o desempenho aeróbio ($p= 0,0001$; e $p= 0,002$ respectivamente).

As correlações inversamente significativas da VC com o desempenho aeróbio, nos grupos masculino e feminino, sugerem que enquanto a VC aumenta, o desempenho na prova de 1.600m tende a melhorar, ou seja, diminuir o tempo de percurso. Da mesma forma, observa-se para o VO_2 máx no grupo feminino, que apresentou correlação significativa com o desempenho aeróbio ($r= -0,48$), indicando que a melhoria neste indicador de aptidão aeróbia representa nas meninas melhor desempenho em provas de média duração.

DISCUSSÃO

Observou-se neste estudo que o desempenho obtido na prova de 1.600m foi significativamente menor que o desempenho predito pela VC através da mensuração do tempo, nos tiros de 200m e 800m,

Tabela 3. Coeficientes da correlação de Pearson da VC e VO_2 máx com o desempenho aeróbio na prova de 1.600m.

Variáveis	Desempenho nos 1.600m	
	Masculino	Feminino
VC	($r= -0,52$)**	($r= -0,70$)**
VO_2 máx	($r= -0,14$)	($r= -0,48$)**

** p<0,01

demonstrando que para ambos os sexos estas distâncias não foram precisas para predição da VC na prova disputada. Isto se deve, possivelmente, ao fato que todas as crianças completaram a prova de 1.600m em períodos abaixo de 11 minutos, no entanto, este modelo de avaliação da VC, conforme observado por Housh et al.¹⁸, foi validado para predição de provas com maiores distâncias e de longa duração. Isto corresponde ao tempo médio de intensidade em que há o predomínio de disponibilidade dos estoques de glicogênio como substrato energético, para a realização de exercícios de baixa a moderada intensidade¹⁹.

Estas características fisiológicas estão associadas ao metabolismo aeróbio, em que Willians e Armstrong¹⁹, através de análise com métodos invasivos, sugeriram que a VC pode ser compreendida como a intensidade de corrida correspondente à MLSS, em que há um predomínio da utilização do sistema oxidativo de fornecimento de energia, no qual a taxa de remoção do lactato sanguíneo é equivalente à produção, fazendo com que o indivíduo mantenha a intensidade de esforço constante sem o aparecimento da fadiga^{6,19}.

Willians e Armstrong¹⁹ analisaram a concentração de lactato atingida nas respostas fisiológicas de crianças e observaram que a intensidade de trabalho predita na avaliação da VC, corresponde a uma concentração variável próximo de 2,5 mM de lactato sanguíneo. Concluiu-se¹⁹ que crianças menores atingem níveis mais baixos em função da maturação biológica, que influencia diretamente na concentração de testosterona no período pubertário, fazendo a enzima fosfofrutoquinase ter ação mais baixa nesta fase, atuando como fator limitante para a glicólise muscular.

Deste modo, pela baixa capacidade glicolítica da criança influenciar na transição para o “steady state” durante o exercício, parece favorecer as crianças na realização de exercícios aeróbios submáximos. Além de que o déficit de O_2 é menor na criança quando ocorre a transição do repouso para o exercício⁵.

Assim, percebe-se que o valor apresentado pela VC pode ser utilizado como indicador de controle do treinamento aeróbio, em vista de que os resultados (tabela 3) mostraram correlações inversamente significativas entre a VC e o desempenho aeróbio, o que indica que enquanto a VC aumenta, o desempenho na prova de 1.600m tende a melhorar, ou seja, diminuir o tempo de percurso.

Os resultados das correlações corroboram com o estudo de Florence e Weir²⁰, que analisaram atletas adultos e apresentaram correlações significativas da VC e VO_2 máx com o desempenho na prova de maratona ($r= -0,76$, e $r= -0,51$, respectivamente). A

partir destes, os autores sugeriram que a VC pode ser interpretada e utilizada como ferramenta precisa de controle da capacidade aeróbia de atletas, e que estes poderiam manter a intensidade de corrida por um tempo de aproximadamente 30 minutos, o que favoreceria o desempenho na prova.

Estudos demonstraram ainda que a VC pode ser utilizada em outras modalidades esportivas cíclicas, como natação, ciclismo e remo. Contudo, para cada esporte é necessário analisar qual modelo de avaliação melhor se aplica ao treinamento de acordo com a especificidade da modalidade praticada^{3, 8, 20, 21}.

Deste modo, o modelo utilizado no presente estudo apresentou maiores coeficientes significativos de correlação entre a VC e o desempenho aeróbio (tabela 3) em relação à correlação entre o VO_2 máx e o desempenho aeróbio, que se apresentou somente no grupo feminino. Isto indica que a VC é um instrumento eficaz para a prescrição e controle do treinamento aeróbio, pela maior precisão de trabalho realizado que demonstra na intensidade alcançada em metros por segundo. Já o VO_2 máx, apresenta um parâmetro indireto da capacidade de trabalho, tornando difícil estimar se o valor alcançado corresponde exatamente ao desempenho do indivíduo na competição, ou seja, talvez os indivíduos que possuam um maior VO_2 máx, poderão não ser os que irão obter melhor desempenho na prova.

Isto pode ser observado pelo valor médio de VO_2 máx apresentado por ambos os grupos (masculino $42,65 \pm 2,71$, e feminino $42,82 \pm 2,41$), que não se diferiram entre si, isto é, se fosse levado em consideração este indicador como preditor de desempenho, os grupos teriam aproximadamente o mesmo desempenho na prova de 1.600m, o que não aconteceu no presente estudo.

Além disso, alguns autores²² demonstraram que em indivíduos saudáveis, o VO_2 máx é influenciado geneticamente, contribuindo significativamente na sua variabilidade entre indivíduos. Portanto, a modificação desta variável metabólica pelo treinamento parece ter um limite biológico.

Além disso, algumas limitações do presente estudo devem ser destacadas: aplicação do teste de VC, utilizando somente duas parciais (200 e 800m), a fim de prever a prova de 1.600m; falta de controle de variáveis intervenientes, como a motivação para realizar o teste e os níveis de ansiedade e estresse pré-competitivo; possíveis influências dos fatores ambientais como temperatura e umidade relativa do ar.

Neste sentido, futuros estudos devem ser conduzidos, estabelecendo outras distâncias na aplicação do teste de VC, a fim de prever provas aeróbias de média duração em crianças participantes de treinamento.

CONCLUSÃO

Diante da significativa diferença apresentada do desempenho predito pela VC em relação ao obtido na prova disputada, conclui-se que nas crianças avaliadas

a velocidade crítica mensurada nas distâncias de 200 e 800 metros não se apresentou como preciso preditor de desempenho na prova de 1.600 metros.

No entanto, os coeficientes de correlação da VC com o desempenho aeróbio em ambos os sexos, indicam que esta metodologia pode ser utilizada como ferramenta precisa de controle da capacidade aeróbia nos treinamentos em crianças, pela precisão de trabalho demonstrado pela intensidade de corrida em metros por segundo. Sugerindo que a VC pode ser melhorada com exercícios predominantemente aeróbio, independente da faixa etária e da fase do treinamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kranenburg KJ, Smith DJ. Comparison of critical speed determined from track running and treadmill tests in elite runners. *Med Scie Sports Exer* 1996;28:614-618.
2. Léger LA, Mercier D, Gadoury C, Lambert J. The multistage 20-meter shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Scie* 1988;6:93-101.
3. Denadai BS, Ortiz MJ, Stella S, Mello MT. Validade da velocidade crítica para determinação dos efeitos do treinamento no limiar anaeróbio em corredores de endurance. *Rev Port Ciên Desp* 2003; 3(1):16-23.
4. Denadai BS, 2000. Avaliação aeróbia: determinação indireta da resposta do lactato sanguíneo. Rio Claro: Editora Motriz; 2000.
5. Bar-Or O. Importância da diferença entre crianças e adultos para prova de esforço e prescrição de exercícios. In: Skinner JS, organizador. Prova de esforço e prescrição de exercício para casos específicos. 1 ed. Rio de Janeiro: Ed. Revinter; 1991. p. 55-73.
6. Monod H, Scherrer J. The work capacity of a synergic muscular group. *Ergonomics* 1965; 8:329-38.
7. Denadai BS, Greco CC, Donega MR. Comparação entre a velocidade de limiar anaeróbio e a velocidade crítica em nadadores com idade entre 10 e 15 anos. *Rev Paul Educ Fis* 1997; 11(2):128-33.
8. Greco CC, Bianco AD, Gomide E, Denadai BS. Validity of the critical speed to determine blood lactate response and aerobic performance in swimmers aged 10-15 years. *Scie Sports* 2002; 17:306-308.
9. Erikson BO, Karlsson J, Saltin B. Muscle metabolites during exercise in pubertal boys. *Acta Paediatr Scand* 1971;217:154-157.
10. McDemortt KS, Forbes MR, Hill DW. Application of the critical power concept to outdoor running. *Med Scie Sports Exer* 1993; 25(5):S109.
11. Hill DW, The critical power concept. *Sports Med* 1993; 6:237-254.
12. Tanner JM. Growth at adolescent. Oxford: Blackwell Scientific; 1962.
13. Martin RHC, Uezu R, Parra AS, Arena SS, Bojikian LP, Bohme MTS. Auto-avaliação da maturação sexual masculina por meio da utilização de desenhos e fotos. *Rev Paul Educ Fis* 2001; 15(2):212-222.
14. Bojikian LP, Massa M, Martin RHC, Texeira CP, Kiss MAPD, Bohme MTS. Auto-avaliação puberal feminina por meio da utilização de desenhos e fotos. *Rev Bras Ativ Fis Saúde* 2002; 7(2):24-34.
15. Housh DJ, Housh TJ, Bauge SM. A methodological consideration for determination of critical power and anaerobic work capacity. *Res Quart Exer Sport* 1990;61(4):406-409.
16. Hughson RL, Cook CJ, Staudt LE. A high velocity

- treadmill test to assess endurance running potential. *Int J Sports Med* 1984; 5:23-25.
17. Thomas J, Nelson J. Métodos de pesquisa em atividade física. 3º ed. São Paulo: Artmed; 2002.
18. Housh DJ, Housh TJ, Bauge SM. A methodological consideration for determination of critical power and anaerobic work capacity. *Res Quart Exer Sport* 1990;61(4):406-409.
19. Willians JR, Armstrong N. Relationship of maximal lactate steady state to performance at fixed blood lactate reference values in children. *Pediatr Exerc Sci* 1991; 3:333-41.
20. Florence S, Weir JP. Relationship of critical velocity to running maraton performance. *Eur J Appl Physiol* 1997; 75:274-278.
21. Papoti M, Zagatto AM, Mendes OC, Gobatto CA. Utilização de métodos invasivo e não invasivo para determinação das performances aeróbia e anaeróbia em nadadores de nível nacional. *Rev Port Ciên Desp* 2005; 5(1):7-14.
22. Geithner CA, Thomis MA, Vanden Eynde B, Maes HHM, Malina RM, Beunen GP, et al. Growth in Peak Aerobic Power during Adolescence. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36(9): 1616-1624.

Endereço para correspondência

Italo Quenni Araujo de Vasconcelos
Universidade Federal do Paraná – UFPR
Departamento de Educação Física
Centro de Pesquisa em Exercício e Esporte
Rua Coração de Maria, 92, BR 116, km 95.
Curitiba - PR - Brasil
CEP: 80215-370.
E-mail: italoquenni@hotmail.com

Recebido em 06/10/06

Revisado em 13/11/06

Aprovado em 11/01/07