

INCLUSÃO DE TERMO DE “INÉRCIA” AERÓBIA NO MODELO DE VELOCIDADE CRÍTICA APLICADO À CANOAGEM

THE INCLUSION OF THE TERM AEROBIC INERTIA INTO THE MODEL OF CRITICAL VELOCITY APPLIED TO CANOEING

Fábio Yuzo Nakamura*
Thiago Oliveira Borges*
Fabrício Azevedo Voltarelli**
Luis Alberto Gobbo*
Alvaro Acco Koslowiski***
Polyana Cristina Ferreira Pereira**
Eduardo Kokubun**

RESUMO

O objetivo deste estudo foi testar os efeitos da adição de um termo de “inércia” aeróbia [$\text{Tempo} = \text{CTA}_{\text{inércia}} / (\text{velocidade} - \text{VCrit}_{\text{inércia}} \cdot (1 - \exp^{-(\text{tempo}/\tau)))$] à equação tradicional velocidade-tempo na canoagem. Distâncias entre 130-2.000 m foram percorridas pelos canoístas homens (H) e mulheres (M) à máxima velocidade. Em ambos os grupos, $\text{VCrit}_{\text{inércia}}$ (M: $3,19 \pm 0,17$ m/s; F: $2,94 \pm 0,11$ m/s) foi significativamente menor que a VCrit (M: $3,31 \pm 0,21$ m/s; F: $3,01 \pm 0,14$ m/s), sendo o padrão oposto observado para a $\text{CTA}_{\text{inércia}}$ (M: $165,5 \pm 33,0$ m; F: $139,0 \pm 30,3$ m) e CTA (M: $103,6 \pm 32,6$; F: $105,3 \pm 20,7$ m). A participação aeróbia predita pelo modelo “inercial” proposto, nas diversas distâncias, forneceu estimativas próximas àquelas definidas pela literatura. Concluiu-se daí que a inclusão de um tempo “inercial” pode prover estimativas adequadas de contribuição aeróbia na canoagem.

Palavras-chave: velocidade crítica. Capacidade anaeróbia. canoagem.

INTRODUÇÃO

Na prática esportiva, há grande relevância em se determinar a contribuição dos metabolismos aeróbio e anaeróbio na transferência interna de energia, bem como suas associações com o trabalho externo. Tais informações parecem ser valiosas para que o treinador possa prescrever as cargas de acordo com a exigência metabólica específica da modalidade e provocar, em longo prazo, melhora do desempenho mediante manipulação diferenciada da sobrecarga imposta aos diferentes sistemas energéticos.

Em modalidades cíclicas, a obtenção de estimativas relativas às contribuições

energéticas é mais simples do que em modalidades com características de ações e deslocamentos irregulares, como o futebol. De fato, em estudo de revisão da literatura sobre o assunto, Gatin (2001) encontrou curva de projeção ajustada de contribuição aeróbia em atividades cíclicas (corrida, natação e ciclismo) exaustivas de diversas durações. As estimativas foram feitas a partir de medidas diretas de consumo de oxigênio (VO_2) e déficit de oxigênio (DO_2), mudança nas concentrações de substratos e metabólitos musculares e de modelagens matemáticas de desempenho com base em princípios físicos. A canoagem, apesar de possuir característica

* Grupo de Estudo das Adaptações Fisiológicas ao Treinamento (GEAFIT). Centro de Educação Física e Desportos. Universidade Estadual de Londrina – Londrina/PR. Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício. Centro de Educação Física e Desportos. Universidade Estadual de Londrina – Londrina/PR.

** Instituto de Biociências. Departamento de Educação Física. Universidade Estadual Paulista – Rio Claro/SP.

*** Centro Nacional de Treinamento Canoagem Velocidade – Confederação Brasileira de Canoagem.

cíclica de movimentos, é citada apenas em um dentre os 116 estudos revisados por Gastin (2001).

Em contexto similar, o modelo de velocidade crítica vem sendo investigado em diversas formas de exercício (MONOD; SCHERRER, 1965; KOKUBUN, 1996; NAKAMURA et al., 2005a,b), o que tem gerado estimativas de capacidade aeróbia e anaeróbia específicas. A velocidade crítica (VCrit), tida como a assíntota no eixo x da relação hiperbólica entre velocidade e tempo de esforço exaustivo, tem sido associada ao máximo estado estável de variáveis como lactato, VO_2 e esforço percebido (POOLE et al., 1988; WAKAYOSHI et al., 1993; NAKAMURA et al., 2005a,b). Já a capacidade de trabalho anaeróbio (CTAnaer) parece se relacionar com a capacidade de realizar trabalho por intermédio do metabolismo alático e da glicogenólise com produção de lactato, apresentando correlação significativa com o máximo déficit acumulado de oxigênio (MAOD), segundo Chatagnon et al. (2005).

Na canoagem, o modelo de velocidade crítica tem sido utilizado na avaliação de atletas (NAKAMURA et al., 2005c). Em tese, ele permite que as contribuições relativas dos sistemas aeróbio e anaeróbio na geração de trabalho sejam estimadas. No entanto, aponta-se como uma limitação importante do modelo a não-previsão da “inércia” do sistema aeróbio (VANDEWALLE et al., 1989) em suas equações, a qual seria creditada aos ajustes cardiorrespiratórios para que o VO_2 atinja seu valor de estado estável ou máximo. Esses ajustes têm sido levados em consideração em outros modelos bioenergéticos, como o MAOD (MEDBO et al., 1988) e cinética de VO_2 (GAESSER; POOLE, 1996).

Assim, o objetivo do presente estudo foi propor um novo ajuste matemático de dados referentes ao desempenho de canoístas, com base nos pressupostos do modelo de velocidade crítica, acrescentando um termo referente à “inércia” aeróbia na equação hiperbólica velocidade *versus* tempo. Objetivou-se também estimar as contribuições aeróbia e anaeróbia nas diferentes

durações de esforço em canoagem, e compará-las a valores referenciados na literatura.

MÉTODOS

Características da amostra

Os indivíduos estudados pertenciam a dois grupos distintos. Um deles era constituído de atletas do sexo masculino pertencentes a uma equipe de canoagem-velocidade do município de Londrina-PR ($17,4 \pm 2,4$ anos; $176,4 \pm 2,1$ cm; $68,7 \pm 7,1$ kg), competitiva em nível nacional, em sua maioria com experiência de mais de dois anos de treinamento. O outro grupo tinha como componentes atletas da seleção brasileira feminina de canoagem-velocidade ($18,0 \pm 2,9$ anos; $160,0 \pm 0,1$ cm; $56,8 \pm 4,9$ kg), com competidoras de nível internacional, concentradas na cidade de Caxias do Sul - RS. Todos os atletas tiveram consentimento informado assinado para participarem do estudo, sendo que para os menores de 18 anos houve assinatura do responsável.

Previamente a todos os testes havia um breve aquecimento, em que os participantes percorriam 1.000 metros em ritmo escolhido livremente. Todos os testes foram realizados em embarcação individual e oficial K-1 (5,20m de comprimento, 12kg de massa).

Estimativa dos parâmetros do modelo de velocidade crítica

Foram realizados testes em quatro distâncias para estimativa dos parâmetros do modelo de velocidade crítica convencional, de dois parâmetros, e para a estimativa da VCrit e CTAnaer por meio da inserção do termo de “inércia” aeróbia, proposta neste estudo. Para os homens, as distâncias utilizadas foram 200, 500, 1.000 e 1.800 metros, demarcadas dentro de uma lagoa represada. Para as mulheres, as distâncias foram de 130, 500, 1.000 e 2.000 metros. Os testes foram realizados em dias diferentes, e procurou-se realizá-los no mesmo período do dia e com as características climáticas semelhantes (preferencialmente sem vento forte a favor ou contra a trajetória das embarcações). Era solicitado que, ao sinal do avaliador, o atleta realizasse um tiro à máxima velocidade para a respectiva distância. Os atletas foram avaliados em

grupos para motivá-los a tentar o melhor desempenho. O tempo foi registrado com um cronômetro manual com precisão de segundos.

As equações utilizadas para estimativa dos parâmetros foram: (1) função hiperbólica com dois parâmetros, proposta por Monod e Scherrer (1965) e (2) função hiperbólica com três parâmetros, incluindo o termo de “inércia” aeróbia. Ambos estão formulados abaixo.

$$\text{Tempo} = \text{CTA} / (\text{velocidade} - \text{VCrit}) \quad (\text{equação 1})$$

$$\text{Tempo} = \text{CTA}_{\text{inércia}} / (\text{velocidade} - \text{VCrit}_{\text{inércia}} \cdot (1 - \exp^{-(\text{tempo}/\tau)})) \quad (\text{equação 2})$$

Onde CTAnaer é a capacidade anaeróbia da canoagem, medida em metros, e VCrit indica a velocidade crítica. O símbolo τ (tau) representa a constante de tempo de aumento da participação aeróbia.

Tratamento estatístico

A estimativa dos parâmetros do modelo de velocidade crítica, mediante utilização das equações (1) e (2), foi feita a partir de procedimento de regressão não linear (SPSS for Windows). Além dos parâmetros VCrit, CTAnaer e τ , foram estimados também os erros-padrão (EP) dos parâmetros, e o coeficiente de determinação (R^2) de ajuste dos dados empíricos às equações. As comparações dos pares de variáveis: VCrit e VCrit_{inércia} e CTAnaer e CTA_{inércia}, seus respectivos EPs e os valores de R^2 foram feitas por meio de teste “t” para amostras pareadas. Foi utilizada também correlação de Pearson para o estabelecimento da relação entre os pares de variáveis VCrit e VCrit_{inércia} e CTAnaer e CTA_{inércia}. O nível de significância preestabelecido em todas as análises foi de $p < 0,05$.

RESULTADOS

As figuras 1 e 2 apresentam os tempos médios necessários para vencer as distâncias utilizadas como testes de esforço máximo. Observa-se que a variabilidade interatletas absoluta aumenta de acordo com o aumento das distâncias, conforme indica o intervalo de confiança 95%.

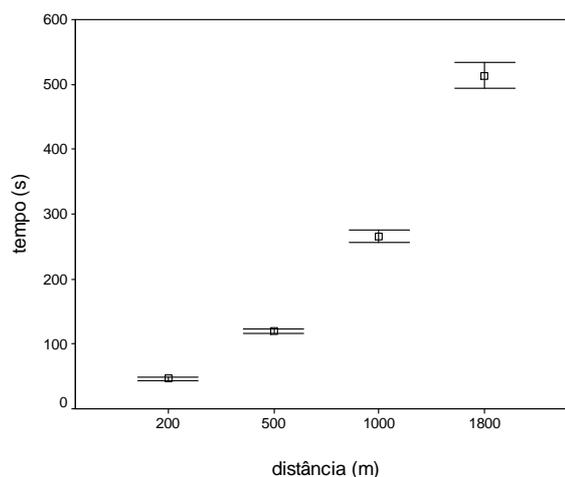


Figura 1 – Durações dos testes em distâncias fixas para os canoístas homens (médias e intervalo de confiança 95%).

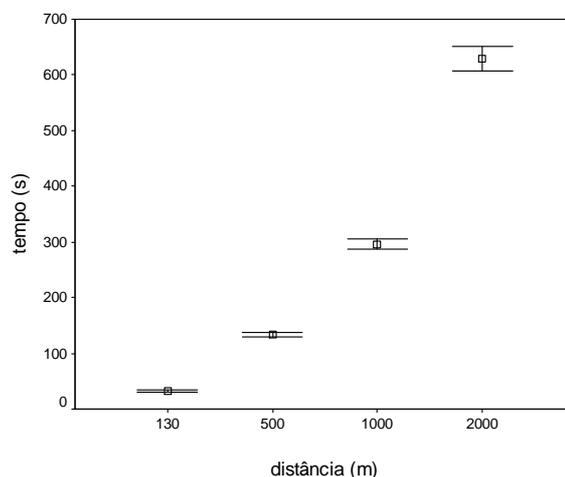


Figura 2 – Durações dos testes em distâncias fixas para as canoístas mulheres (médias e intervalo de confiança 95%).

Na tabela 1 encontram-se as estimativas de VCrit, VCrit_{inércia}, CTAnaer e CTA_{inércia}, e o valor de R^2 associado a cada equação. Está apresentado também o τ referente ao ajuste cinético da VCrit_{inércia}. Em ambos os gêneros, houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre VCrit e VCrit_{inércia}, e entre CTAnaer e CTA_{inércia}, além de haver diferenças entre os EPs na estimativa de ambos os parâmetros, sendo maiores no modelo com a “inércia” aeróbia incluída nos cálculos. Os valores de EP da VCrit para os homens e mulheres foram respectivamente iguais a $0,04 \pm 0,02$ m/s e $0,01 \pm 0,01$ m/s. Os valores associados a VCrit_{inércia} foram de $0,14 \pm 0,09$ m/s e $0,08 \pm 0,06$ m/s. Os valores de EP da CTAnaer para

os homens e mulheres foram respectivamente iguais a $20,0 \pm 10,6$ m e $8,5 \pm 8,9$ m. Os valores associados a $CTA_{\text{aer, inércia}}$ foram de $73,5 \pm 47,5$ m e $50,3 \pm 34,4$ m. Somente entre os homens, o R^2 para o modelo com “inércia” foi maior ($p < 0,05$), sugerindo melhor ajuste dos dados à equação 2, a despeito dos maiores

EPs para as estimativas de $VCrit_{\text{inércia}}$ e $CTA_{\text{aer, inércia}}$.

As correlações entre CTA_{aer} e $CTA_{\text{inércia}}$ não foram significantes ($p > 0,05$), ao passo que a correlação entre $VCrit$ e $VCrit_{\text{inércia}}$ foi de 0,98 para os homens e de 0,90 para as mulheres.

Tabela 1 – Parâmetros do modelo de velocidade crítica com e sem a inclusão do termo de “inércia” na função hiperbólica velocidade *versus* tempo.

	$VCrit$ (m/s)	$VCrit_{\text{inércia}}$ (m/s)	CTA_{aer} (m)	$CTA_{\text{inércia}}$ (m)	τ (s)	R^2	$R^2_{\text{inércia}}$
Homens	$3,31 \pm 0,21$	$3,19 \pm 0,17$	$103,6 \pm 32,6$	$165,5 \pm 33,0$	$62,6 \pm 18,3$	$0,981 \pm 0,01$	$0,997 \pm 0,00$
Mulheres	$3,01 \pm 0,14$	$2,94 \pm 0,11$	$105,3 \pm 20,7$	$139,0 \pm 30,3$	$69,7 \pm 26,9$	$0,998 \pm 0,00$	$0,997 \pm 0,00$

O modelo tradicional de velocidade crítica pressupõe que desde o início de um esforço severo, o sistema aeróbio mantém uma taxa constante de participação na transferência energética. No entanto, o modelo que apresentamos com a inclusão de um termo de “inércia” parece ser mais fiel às descrições da cinética de VO_2 , que obedecem a um comportamento exponencial de aumento nesse tipo de exercício (HILL et al., 2003). A figura 3 contrasta os dois modelos. A diferença entre a velocidade média mantida no teste de velocidade e a $VCrit$ ou $VCrit_{\text{inércia}}$ representa a utilização da capacidade anaeróbia.

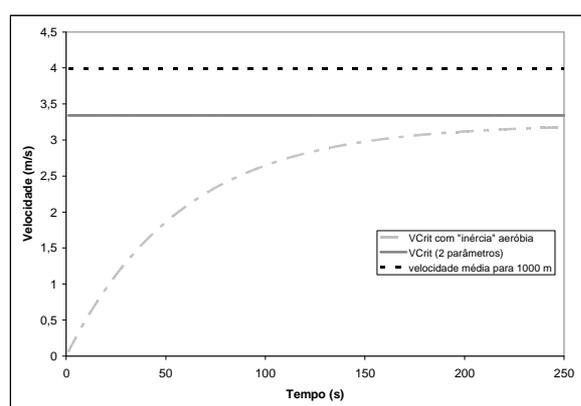


Figura 3 – Representação esquemática da velocidade média mantida por um dos canoístas da amostra estudada em um esforço máximo de 1.000 m, da velocidade crítica constante ($VCrit$) prevista pelo modelo tradicional de dois parâmetros, e a $VCrit_{\text{inércia}}$ com constante de tempo (τ) equivalente a 58s.

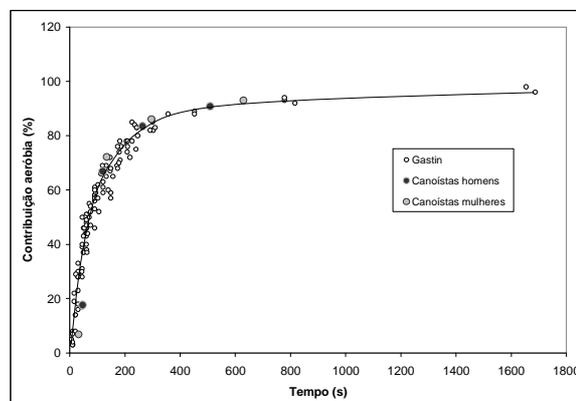


Figura 4 – Contribuição relativa do metabolismo aeróbio em esforços máximos de diferentes durações. Dados oriundos de revisão de literatura publicada por GASTIN (2001).

Na figura 4 pode-se observar que as estimativas de contribuição aeróbia, dadas pela diferença entre as distâncias reais e a $CTA_{\text{aer, inércia}}$, em termos percentuais, aderem aos valores de diversos outros estudos reunidos por GASTIN (2001). As estimativas convencionais, não mostradas na figura, divergem do comportamento apresentado segundo o modelo que prevê a “inércia” do sistema aeróbio, na medida em que as estimativas dos parâmetros do modelo de velocidade crítica foram significativamente diferentes de $VCrit_{\text{inércia}}$ e $CTA_{\text{aer, inércia}}$ (tabela 1).

DISCUSSÃO

Segundo Hill (2001), uma compreensão básica da interação entre as vias aeróbia e anaeróbia durante a competição esportiva é essencial para o planejamento das sessões de

treinamento e monitoramento do estado de treinamento dos atletas. O próprio autor admite a possibilidade de que o modelo simples de dois parâmetros de velocidade crítica (MONOD; SCHERRER, 1965) poderia ser utilizado para essa finalidade. No entanto, em simulações feitas por ele com distâncias de meio-fundo no atletismo, observam-se discrepâncias entre as contribuições aeróbias estimadas a partir da aplicação da equação hiperbólica com dois parâmetros e os cálculos feitos com o uso de outras técnicas, normalmente aceitas na literatura, como VO_2 e DO_2 .

Ao que parece, essas imprecisões do modelo de velocidade crítica advêm da não-consideração da cinética complexa de VO_2 , sobretudo nos instantes iniciais de esforços severos. Essa cinética, responsável pelo fator de “inércia” do sistema aeróbio (VANDEWALLE et al., 1989), decorrente dos ajustes cardiorrespiratórios ao exercício, parece provocar subestimação da CTA_{aer} e cálculos superestimados de $VCrit$, a qual, de fato, tem se mostrado em alguns estudos superior ao máximo estado estável de lactato (JENKINS; QUIGLEY, 1990; DEKERLE et al., 2003). Com isso nos parece que a inclusão de um termo de “inércia” aeróbia no modelo convencional de velocidade crítica faz sentido, e pode levar à obtenção de aproximações com melhores correlatos fisiológicos para a $VCrit$ e CTA_{aer} e a estimativas razoáveis de contribuição aeróbia e anaeróbia nos exercícios de diferentes durações.

Seguindo essa linha de raciocínio, a utilização da equação (2) para canoístas permitiu a estimativa de $VCrit_{inércia}$ inferior a $VCrit$, e $CTA_{aer,inércia}$ média maior que CTA_{aer} . A CTA_{aer} na canoagem ainda não foi muito investigada, assim como seu significado fisiológico, mas estudos prévios mostraram que a CTA_{aer} estimada de forma semelhante à utilizada neste estudo não se correlacionou com a CTA_{aer} obtida em cicloergômetro de membros superiores (NAKAMURA et al., 2005c). Em contraste, houve correlação significativa entre os valores de $VCrit$ registrados nas duas situações. Em adição, outro trabalho mostrou que a CTA_{aer} não apresentou sensibilidade aos efeitos específicos de treinamento de canoagem-velocidade, ao passo que a $VCrit$ apresentou variações coerentes com

a oscilação nas cargas de trabalho (NAKAMURA et al., 2005d). Ressalte-se, no entanto, a inexistência de padrão ouro para estabelecimento de validade da CTA_{aer} , sobretudo na canoagem. O que se sabe até o momento é que ela se correlaciona com o MAOD em cicloergômetro (CHATAGNON et al., 2005), e também com o trabalho mecânico máximo gerado em atividade intermitente padronizada (JENKINS; QUIGLEY, 1990).

Devido a essas dificuldades teóricas e metodológicas, optou-se neste estudo por verificar indiretamente a validade das medidas de $VCrit_{inércia}$ e $CTA_{aer,inércia}$ por meio da comparação de suas previsões de participação relativa dos respectivos sistemas energéticos com os reunidos por Gastin (2001). Apesar de gerar maiores EPs associados aos parâmetros aeróbio e anaeróbio, o modelo com inclusão do termo de “inércia” gerou estimativas de participação aeróbia nos testes de esforço que aderiram bem aos resultados reportados anteriormente na literatura (figura 4). As previsões feitas pelo modelo convencional de dois parâmetros desviaram-se significativamente das estimativas feitas a partir do modelo “inercial” (tabela 1). Com isso, não parecem ser válidas para realizar inferências sobre quão aeróbio ou anaeróbio pode ser um esforço máximo com durações dentro das empregadas nos testes feitos neste estudo.

A inserção do termo de “inércia”, quantificada pelo τ , permitiu a descrição exponencial do aumento do metabolismo aeróbio nas diferentes distâncias (figura 3). Não foi possível neste estudo investigar o paralelismo desse parâmetro com o comportamento cinético de VO_2 . De acordo com nossas estimativas, o τ foi de $62,6 \pm 18,3$ s para os homens e de $69,7 \pm 26,9$ s para as mulheres. Esses números contrastam com os reportados para a cinética monoexponencial de exercícios severos na esteira (29 ± 5 s) e no cicloergômetro (52 ± 9 s), por Hill et al. (2003). Segundo Koppo e Jones (2002), a cinética de VO_2 é mais rápida em exercícios de alta intensidade de pernas do que nos braços. O componente rápido da biexponencial ajustada ao exercício de membros superiores teve τ equivalente a 48 ± 12 s. Esse valor é distanciado do encontrado no presente estudo. Entretanto, eles não podem ser

diretamente comparados, porque os modelos de ajuste foram diferenciados. Estudos futuros devem determinar a existência ou não de diferenças entre o τ da $V_{\text{Crit}_{\text{inércia}}}$ entre exercícios de membros superiores e inferiores.

Trabalhos anteriores mostraram que a V_{Crit} convencional constitui uma aproximação razoável do máximo estado estável de lactato em canoístas (FONTES et al., 2005), além de se correlacionar com o desempenho em distância fixa de 6.000m, com cerca de 30 minutos de duração (dados não publicados). Por isso, sua utilidade na avaliação da capacidade aeróbia específica não pode ser negligenciada. Em termos absolutos, a $V_{\text{Crit}_{\text{inércia}}}$ não se distanciou muito da V_{Crit} . A diferença foi de apenas 0,12m/s para os homens e de 0,07m/s para as mulheres. Além disso, as correções foram altas ($r \geq 0,90$). Por isso, a predição de desempenho aeróbio por meio da $V_{\text{Crit}_{\text{inércia}}}$ não deve ser prejudicada em relação à V_{Crit} , da mesma forma, espera-se que o parâmetro responda ao treinamento específico.

Outros modelos empíricos foram propostos na literatura (MORTON; HODGSON, 1996). Alguns deles visaram superar algumas limitações matemáticas e teóricas do modelo de potência crítica de dois parâmetros. Morton (1996), por exemplo, propôs um modelo de três parâmetros que forçava a hipérbole potência *versus* tempo a cruzar o eixo da potência, sendo esse intercepto indicador da potência máxima. Isso foi feito com o intuito de corrigir a versão original de Monod e Scherrer (1965), a qual previa que, para duração instantânea de exercício, a potência tendia ao infinito. Além disso, o modelo de três parâmetros de Morton (1996) também induzia a estimativas menores de potência crítica e maiores de CT_{Anaer} .

Entretanto, estudo recente mostrou que os parâmetros do modelo de Morton (1996) não correspondiam a correlatos fisiológicos estabelecidos na área, como limiar ventilatório, MAOD e potência máxima medida diretamente (CHATAGNON et al., 2005). Dados produzidos pelos nossos grupos indicam também que, em contraste com a V_{Crit} calculada a partir do modelo de três parâmetros, a estimada a partir da equação de Morton (1996) não teve capacidade preditiva em relação ao desempenho em 6.000m na canoagem.

CONCLUSÃO

As implicações teóricas e a validade dos parâmetros do modelo de velocidade crítica com inclusão de termo de “inércia” aeróbia proposto no presente estudo devem ser elucidadas em novas investigações. Os resultados apresentados até o momento mostram que os valores de $V_{\text{Crit}_{\text{inércia}}}$ são ligeiramente reduzidos com a inclusão da cinética de aumento da participação aeróbia, apesar de serem altamente correlacionados com V_{Crit} do modelo original de dois parâmetros, e que a $CT_{\text{Anaer}_{\text{inércia}}}$ é significativamente maior que CT_{Anaer} . Com isso, as participações relativas estimadas dos sistemas aeróbio e anaeróbio em esforços de diversas durações em canoagem aproximaram-se dos valores reunidos por Gastin (2001), tanto nos homens quanto nas mulheres. Essas evidências sugerem potencial para utilização do modelo com inclusão da “inércia” aeróbia na previsão dos eventos energéticos em canoístas nas distâncias compreendidas entre 130 e 2.000m.

THE INCLUSION OF THE TERM AEROBIC INERTIA INTO THE MODEL OF CRITICAL VELOCITY APPLIED TO CANOEING

ABSTRACT

The aim of this study was to test the effects of addition of the “inertia” aerobic term [$\text{Time} = \text{AWC}_{\text{inertia}} / (\text{Velocity} - \text{CV}_{\text{inertia}} \cdot (1 - \exp^{-\text{tempo}^{\tau}}))$] in the traditional hyperbolic velocity-time equation in canoeing. The distances ranging 130-2.000 m were covered by male (M) and female (F) canoeists in maximal velocity. In both groups, $\text{CV}_{\text{inertia}}$ (M: $3,19 \pm 0,17$ m/s; F: $2,94 \pm 0,11$ m/s) was significantly lower than CV (M: $3,31 \pm 0,21$ m/s; F: $3,01 \pm 0,14$ m/s), and the opposite pattern was observed between $\text{AWC}_{\text{inertia}}$ (M: $165,5 \pm 33,0$ m; F: $139,0 \pm 30,3$ m) and AWC (M: $103,6 \pm 32,6$; F: $105,3 \pm 20,7$ m). The aerobic participation predicted by the proposed “inertia” model during several distances, provided estimates close to those defined by the literature. Therefore, it was concluded that the inclusion of the “inertia” term can provide adequate estimates of aerobic contribution during canoeing.

Key words: critical velocity. Anaerobic capacity. Canoeing.

REFERÊNCIAS

- CHATAGNON, M.; POUILLY, J. P.; THOMAS, V.; BUSSO, T. Comparison between maximal power in the power-endurance relationship and maximal instantaneous power. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 94, n. 5-6, p. 711-717, 2005.
- DEKERLE, J.; BARON, B.; DUPONT, L.; VANVELCENAHAR, J.; PELAYO, P. Maximal lactate steady state, respiratory compensation threshold and critical power. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 89, n. 3-4, p. 281-288, 2003.
- FONTES, E. B.; NAKAMURA, F. Y.; GOBBO, L. A.; ALTIMARI, L. R.; MELO, J. C.; CARVALHO, F. O.; OKANO, A. H.; BORGES, T. O.; CYRINO, E. S. Does critical velocity represent the maximal steady state lactate in canoe/kayak flatwater?. *The FIEP bulletin*, Foz do Iguaçu, v. 75, p. 427-430, 2005. Spec. ed.
- HILL, D. W. Aerobic and anaerobic contributions in middle distance running events. *Motriz*, Rio Claro, v. 7, n. 1, p. S63-S67, 2001. Suplemento.
- HILL, D. W.; HALCOMB, J. N.; STEVENS, E.C. Oxygen uptake kinetics during severe intensity running and cycling. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 89, n. 6, p. 612-618, 2003.
- JENKINS, D. G.; QUIGLEY, B. M. Blood lactate in trained cyclists during cycle ergometry at critical power. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 61, n. 3-4, p. 278-283, 1990.
- KOKUBUN, E. Velocidade crítica como estimador do limiar anaeróbio na natação. *Revista Paulista de Educação Física*, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 5-20, 1996.
- KOPPO, K.; JONES, A. M. Oxygen uptake kinetics during high-intensity arm and leg exercise. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, Amsterdam, v. 133, n. 3, p. 241-250, 2002.
- MEDBO, J. I.; MOHN, A. C.; TABATA, I.; BAHR, R.; VAAGE, O.; SEJERSTED, O. M. Anaerobic capacity determined by maximal accumulated O₂ deficit. *Journal of Applied Physiology*, Washington, v. 64, n. 1, p. 50-60, 1988.
- MONOD, H.; SCHERRER, J. The work capacity of a synergic muscular group. *Ergonomics*, London, v. 8, p.329-338, 1965.
- MORTON, R. H. A 3-parameter critical power model. *Ergonomics*, London, v. 39, n. 4, p. 611-619, 1996.
- MORTON, R. H.; HODGSON, D. J. The relationship between power output and endurance: a brief review. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 73, n. 6, p. 491-502, 1996.
- NAKAMURA, F. Y.; BORGES, T. O.; BRUNETTO, A. F.; FRANCHINI, E. Correlação entre os parâmetros do modelo de potência crítica no cicloergômetro de membros superiores e no caiaque. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, Brasília, v. 13, n. 2, 2005c. No prelo.
- NAKAMURA, F. Y.; BRUNETTO, A. F.; HIRAI, D. M.; ROSEGUINI, B. T.; KOKUBUN, E. O limiar de esforço percebido (LEP) corresponde à potência crítica e a um indicador de máximo estado estável de consumo de oxigênio. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, Rio de Janeiro, v. 11, n. 3, p. 197-202, 2005b.
- NAKAMURA, F. Y.; CYRINO, E. S.; BORGES, T. O.; OKANO, A. H.; MELO, J. C.; FONTES, E. B. Variação dos parâmetros do modelo de potência crítica em resposta a treinamento de canoagem. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, Rio de Janeiro, 2005d. Submetido
- NAKAMURA, F. Y.; GANCEDO, M. R.; SILVA, L. A.; LIMA, J. R. P.; KOKUBUN, E. Utilização do esforço percebido na determinação da velocidade crítica em corrida aquática. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1, p. 1-5, 2005a.
- POOLE, D. C.; WARD, S. A.; GARDENR, G. W.; WHIPP, B. J. Metabolic and respiratory profile of the upper limit for prolonged exercise in man. *Ergonomics*, London, v. 31, n. 9, p. 1265-1279, 1988.
- VANDEWALLE, H.; KAPITANIAK, B.; GRÜN, S.; RAVENEAU, S.; MONOD, H. Comparison between a 30-s all-out test and time-work test on a cycle ergometer. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 58, n. 4, p. 375-381, 1989.
- WAKAYOSHI, K.; YOSHIDA, T.; UDO, M.; HARADA, T.; MORITANI, T.; MUTOH, Y.; MIYASHITA, M. Does critical swimming velocity represent exercise intensity at maximal lactate steady state? *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 66, n. 1, p. 90-95, 1993.

Recebido em 08/01/05

Revisado em 15/05/05

Aceito em 12/06/05

Endereço para correspondência: Fábio Yuzo Nakamura. Grupo de Estudo das Adaptações Fisiológicas ao Treinamento. Centro de Educação Física e Desportos. Universidade Estadual de Londrina. Rod. Celso Garcia Cid, km 380, Campus Universitário, CEP 86051-990, Londrina-PR. E-mail: fabioy_nakamura@yahoo.com.br