

ARTIGO ORIGINAL

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

Fábio Yuzo Nakamura^{1,2}
Thiago Oliveira Borges^{1,2}
Fabrício Azevedo Voltarelli³
Luis Alberto Gobbo^{1,2}
Álvaro Acco Koslowiski⁴
Polyana Cristina Ferreira Pereira⁴
Eduardo Kokubun³

1 - Grupo de Estudo das Adaptações Fisiológicas ao Treinamento (GEAFIT). Centro de Educação Física e Desportos. Universidade Estadual de Londrina – Londrina/PR.

2 - Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício. Centro de Educação Física e Desportos. Universidade Estadual de Londrina – Londrina/PR.

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

4 - Centro Nacional de Treinamento Canoagem Velocidade – Confederação Brasileira de Canoagem.

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 - Brasil

E-mail: fabioy_nakamura@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

Na prática esportiva, há grande relevância em se determinar a contribuição dos metabolismos aeróbio e anaeróbio na transferência interna de energia para que suas participações relativas na geração do trabalho externo sejam conhecidas. Essas informações são valiosas para que o treinador possa prescrever o treinamento de acordo com a especificidade de exigência metabólica, e provocar aumento de performance pela manipulação diferenciada da sobrecarga imposta aos sistemas.

Em modalidades cíclicas, a estimativa das contribuições energéticas é mais simples de ser obtida 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, Gastin (2001) encontrou curva de projeção ajustada comum 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 modelagens matemáticas de desempenho com base em princípios físicos. A canoagem, apesar de possuir característica cíclica de movimentos, é citada apenas em um estudo dentre os 116 revisados por Gastin (2001).

O modelo de velocidade crítica vem sendo investigado em diversas formas de exercício (MONOD e SCHERRER, 1965; KOKUBUN, 1996; NAKAMURA et al., 2005a,b) gerando 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). Já a capacidade de trabalho anaeróbio (CT_{Anaer}) parece se relacionar com a capacidade de realizar trabalho por meio da mobilização do metabolismo alático e da glicogenólise, apresentando correlação 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 alcance 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 e Poole, 1996).

Assim, o objetivo do presente estudo foi propor um novo ajuste 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 eram de dois grupos distintos. Um era constituído por 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 ($10,0 \pm 2,9$ 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 m em ritmo escolhido livremente. Todos os testes foram realizados em embarcação individual e oficial K-1 (5,20 m de comprimento, 12 kg 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 V_{Crit} e CT_{Anaer} 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 m, demarcadas dentro de uma lagoa represada. Para as mulheres, as distâncias foram de 130, 500, 1.000 e 2.000 m. 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, proposto 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*). A comparação dos pares de variáveis: VCrit e VCrit_{inércia} e CTAnaer e CTA_{inércia} foi feita por meio de teste “t” para amostras pareadas. Foi utilizada também correlação de Pearson para estabelecimento da relação entre os pares de variáveis. O nível de significância pré-estabelecido em todas as análises foi de $p < 0,05$.

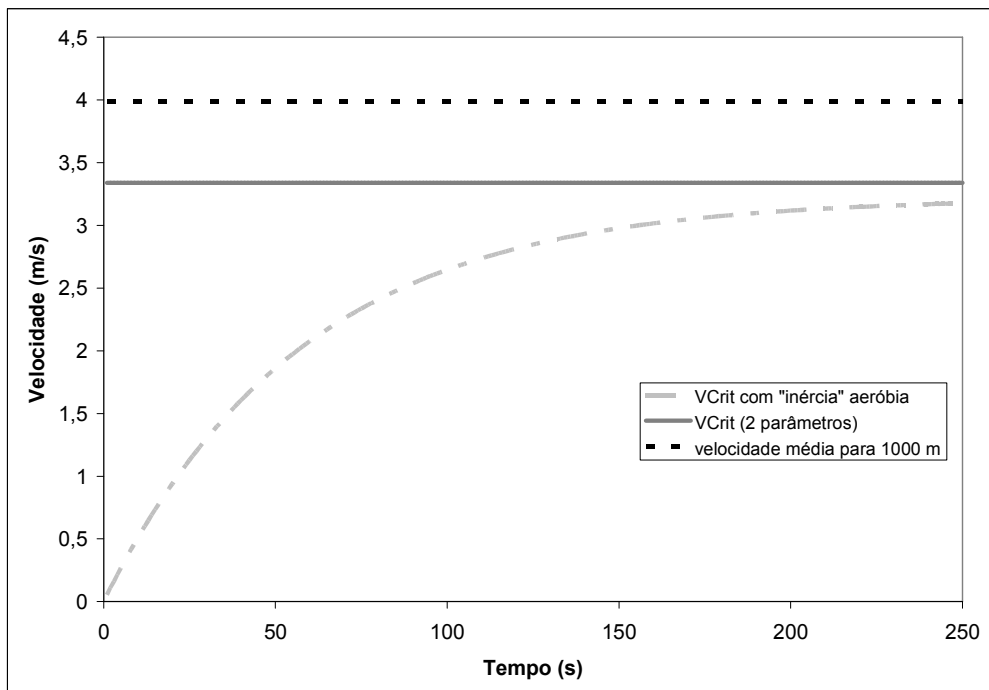


Figura 1 – Representação esquemática da velocidade média mantida por um dos canoístas da amostra estudada em um esforço máximo de 1000 m, da velocidade crítica constante (V_{Crit}) prevista pelo modelo tradicional de dois parâmetros, e a V_{Crit}_{inércia} com constante de tempo (τ) equivalente a 58 s.

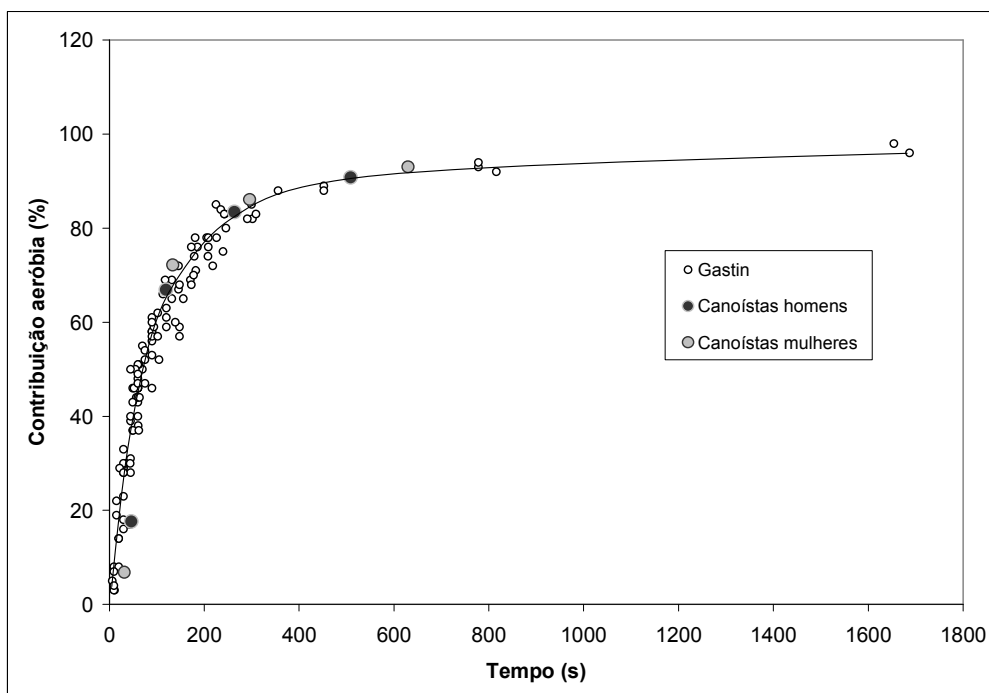


Figura 2 – Contribuição relativa do metabolismo aeróbio em esforços máximos de diferentes durações. Dados oriundos de revisão de literatura publicada por Gastin (2001)

2006