

Artigo Original

## ASPECTOS FISIOLÓGICOS E DE TREINAMENTO DE *MOUNTAIN BIKERS* BRASILEIROS

Vitor Pereira Costa<sup>1</sup>, Fábio Yuzo Nakamura<sup>2</sup>, Fernando Roberto de Oliveira<sup>3</sup>

- 1 - Laboratório de Pesquisa Morfo-Funcional, Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desportos - Universidade do Estado de Santa Catarina - Florianópolis - SC - Brasil.
- 2 - Grupo de Estudo das Adaptações Fisiológicas ao Treinamento - Universidade Estadual de Londrina - Londrina - PR - Brasil.
- 3 - Núcleo de Estudos do Movimento Humano - Universidade Federal de Lavras - Lavras - MG - Brasil.

### Resumo

As decisões sobre estratégias de treinamento requerem o conhecimento sobre as variáveis determinantes da *performance* e das características dos atletas. No *Mountain Bike* (MTB), verifica-se um crescimento do número de atletas e de competições de alto nível, restando a necessidade de uma descrição de variáveis associadas a esta evolução. O objetivo deste estudo foi descrever aspectos fisiológicos, nutricionais e de treinamento desportivo em *mountain bikers* brasileiros. Vinte e nove *mountain bikers* receberam um questionário com perguntas sobre nutrição e treinamento desportivo. Em seguida, foram submetidos a um teste progressivo no ciclo-simulador, com 90 – 110 rpm (rotações por minuto), com carga inicial de 100 W e incremento de 30 W a cada três min, até a exaustão. A frequência cardíaca (FC) foi registrada durante todo o teste.

As características dos participantes revelam que o grupo apresenta os valores de carga máxima aeróbia ( $W_{\text{máx}} 315,6 \pm 34,7$  W) e carga no ponto de deflexão da frequência cardíaca (WPDFC  $258,2 \pm 35,6$  W) inferiores aos atletas da elite internacional no MTB. Muitos atletas não apresentam acompanhamento de profissional habilitado, além de não serem submetidos à avaliação física, o que implica na baixa utilização de variáveis fisiológicas para prescrição e controle do treinamento. 83% utilizam suplementos alimentares sem uma prescrição profissional. Apesar da evolução e da quantidade de informação específica sobre o MTB, os dados obtidos indicam que grande parte dos *mountain bikers* brasileiros continua treinando de forma artística, em discordância com o treinamento desportivo contemporâneo.

**Palavras-chave:** *Mountain Bike*, Treinamento Desportivo, Frequência Cardíaca.

Original Article

### PHYSIOLOGICAL AND TRAINING ASPECTS OF BRAZILIAN MOUNTAIN BIKERS

### Abstract

The decision about training strategies require the knowledge of determining variables of performances

and the characteristics of athletes. In Mountain Bike (MTB), it has been checked a growth in the number of athletes and competitions of high level, remaining the necessity of a description of variables associated to this evolution. The goal of this study was to describe physiological, nutritional and training aspects of brazilian mountain bikers. Twenty-nine mountain bikers received a questionnaire about nutrition and sports training. Then, they were submitted to a progressive test in the cycle-simulator, with 90 – 110 rpm (rotations per minute), with an initial charge of

Recebido em 29.05.2006. Aceito em 09.11.2006.

100 W and an increase of 30 W in every three minutes, until they got exhausted. Heart frequencies were registered during the whole test. The characteristics of the participants show that the group presents the numbers for maximum aerobic charge ( $W_{max}$  315,6 + 34,7 W) and charge at the deflection point of the heart frequency (WDPHF 258,2 + 35,6 W) inferior to the international elite athletes of MTB. Many athletes are not advised by professionals; besides, they are not submitted to a physical evaluation, which implies a low utilization of physiological variables to the prescription

and control of trainings. 83% of them make use of food supplements without the help of a professional. In spite of the evolution and the quantity of specific information about MTB, the collected data indicate that a big amount of brazilian mountain bikers keep training artistically, disagreeing with contemporary sports trainings.

**Key words:** Mountain Bike, Sports Training, Heart Frequency.

## INTRODUÇÃO

O *mountain bike* (MTB) é uma expansão das modalidades do ciclismo, sendo as principais competições mundiais organizadas pela União Ciclística Internacional (UCI). Dentre as modalidades disputadas, o *cross-country* (XC) é um dos eventos mais populares. As competições são realizadas em circuito fechado, com trechos estreitos e sinuosos (*single tracks*), e/ou estradas abertas, geralmente com a presença de erosões, pedras, cascalhos, troncos, árvores e travessia em trechos com lama (Pfeiffer e Kronish, 1995). A duração do evento está, em geral, entre duas a três horas para homens e 1h e 45 min a 2 h e 25 min para as mulheres (Baron, 2001), com grande exigência aeróbia e utilização de aproximadamente 90% da frequência cardíaca máxima ( $FC_{max}$ ) (Impellizzeri et al., 2002). Em nível internacional, o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ) destes atletas está acima de 75  $ml.kg^{-1}.min^{-1}$  (Lee et al., 2002; Impellizzeri et al., 2005 b). No conjunto, estes dados sustentam a necessidade de elevada aptidão aeróbia para que o atleta suporte a demanda competitiva durante todo o evento.

No Brasil, dados do Laboratório de Pesquisa Morfo-Funcional - Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desportos, da Universidade do Estado de Santa Catarina (Costa, 2006) mostram que os atletas de XC são submetidos, quando participam de etapa de Copa do Mundo, a um estresse fisiológico similar ao de atletas profissionais de nível internacional, apesar de disporem de menores valores de  $VO_{2max}$  - 68,6 ± 4,3  $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ , bem como sugerem deficiências no treinamento empregado por estes atletas (Costa et

al., 2004). Na literatura nacional sobre XC, existe uma lacuna relativa às características morfofuncionais dos atletas, informações básicas de treinamento e aspectos nutricionais da preparação dos mesmos. A partir desta constatação, o objetivo desse estudo foi descrever algumas características morfofuncionais, nutricionais e de treinamento em *mountain bikers* brasileiros.

## METODOLOGIA

A amostra foi do tipo não probabilística intencional, sendo os atletas acessados a partir de contatos telefônicos. Vinte e nove *mountain bikers*, participantes de campeonatos estaduais, nacionais e internacionais, provenientes da categoria juvenil até sênior, participaram do estudo. Os dados foram obtidos após assinatura do consentimento informado, com metodologia aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Estado de Santa Catarina (número 017/05 - Florianópolis - Brasil).

Primeiramente, os participantes responderam a um questionário que apresenta perguntas, de múltipla escolha e discursivas, referentes à experiência e ao volume semanal de treinamento, ao acompanhamento e à prescrição por parte de profissionais habilitados sobre aspectos nutricionais e suplementação desportiva. O questionário foi respondido individualmente, em uma sala, sendo que, a qualquer dúvida dos participantes, houve livre consulta ao pesquisador responsável.

Em seguida, foi realizada avaliação antropométrica, com medidas de estatura (estadiômetro - Sanny®), massa corporal (balança eletrônica - Toledo®) e

dobras cutâneas (compasso - Cescorf®). Foram feitas medidas das dobras cutâneas nas regiões do tórax, abdômen e coxa, com percentual de gordura (%G) estimado através da equação de Jackson e Pollock (1978), sendo utilizada a padronização de Lohman et al. (1988). Em conjunto, também foi realizado o somatório de dobras cutâneas ( $\Sigma$  DC).

Posteriormente, os participantes foram submetidos a um teste progressivo, realizado na própria bicicleta do atleta, acoplada a um ciclo-simulador (CompuTrainer™ RacerMate 8000, Seattle WA). Os atletas realizaram aquecimento com duração de oito minutos, com carga de 50 watts (W), para posterior calibração do ciclo-simulador. Durante todo o teste, os atletas mantiveram frequência no pedal entre 90 – 110 rotações por minuto (rpm). A falta de sustentação da cadência do pedal entre estes intervalos foi o critério utilizado para a interrupção do teste.

O teste foi iniciado com carga de 100 W e incrementos de 30 W a cada três minutos, até exaustão. Durante o teste, a relação pé de vela/cassete foi fixada em 44/17 para todos os atletas.

Quando a carga do estágio não foi completada, a carga máxima ( $W_{\text{máx}}$ ) foi determinada segundo o método de Kuipers et al. (1985):

$$W_{\text{máx}} = Pf + (t/180 \times 30)$$

onde: Pf é a carga em W do último estágio, t é o tempo(s) do estágio incompleto, 180 é o tempo(s) proposto para cada carga e 30 W é o valor do incremento das cargas.

A frequência cardíaca (FC) foi monitorada durante todo o teste através de cardio-freqüencímetros Polar® (S610i). O ponto de deflexão da frequência cardíaca (PDFC) foi identificado pelo método  $D_{\text{máx}}$ , através do emprego de um ajuste polinomial de terceira ordem e determinação de uma reta, utilizando dois pontos para a sua determinação: o primeiro valor superior ou igual a 140 bpm e a  $FC_{\text{máx}}$ . O PDFC foi considerado como o ponto mais distante entre a reta e a curva ajustada (Kara et al., 1996), sendo determinadas a carga e a FC correspondente. A percepção subjetiva de esforço (PSE) foi medida no final de cada estágio a partir da escala razão de 10 pontos de Borg (1982).

Os dados foram descritos em forma de média, desvio padrão e distribuição de frequências (GraphPad Prism® 4.0).

## RESULTADOS

Na TABELA 1, são apresentados os valores descritivos das características dos participantes do estudo.

TABELA 1

### CARACTERÍSTICAS DOS PARTICIPANTES DO ESTUDO.

Variáveis	Média (DP)	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	25,2 ± 7,6	14,0	50,0
Massa corporal (kg)	67,1 ± 5,4	54,8	76,5
Estatura (cm)	175,5 ± 5,5	164,0	187,0
%G	7,2 ± 2,8	3,2	15,0
$\Sigma$ DC (mm)	25,5 ± 7,7	14,4	46,6

n = 29 mountain bikers.

Na TABELA 2, são apresentados os valores descritivos de variáveis máximas e sub-máximas dos participantes do estudo obtidas no teste progressivo.

TABELA 2

### VARIÁVEIS MÁXIMAS E SUB-MÁXIMAS DOS PARTICIPANTES DO ESTUDO.

Variáveis	Média (DP)	Mínimo	Máximo
$FC_{\text{máx}}$ (bpm)	191,0 ± 9,0	171,0	211,0
$W_{\text{máx}}$ (W)	315,6 ± 34,7	250,0	380,0
$W_{\text{máx/kg}}$ ( $W \cdot kg^{-1}$ )	4,7 ± 0,4	3,6	5,4
$PSE_{\text{máx}}$	9,0 ± 1,4	6,0	10,0
PDFC (bpm)	169 ± 11	151	190
WPDFC (W)	258,2 ± 35,6	313,0	175,0
PDFC (% $FC_{\text{máx}}$ )	88,3 ± 5,1	77,0	94,1
WPDFC (% $W_{\text{máx}}$ )	82,4 ± 7,2	67,8	93,1

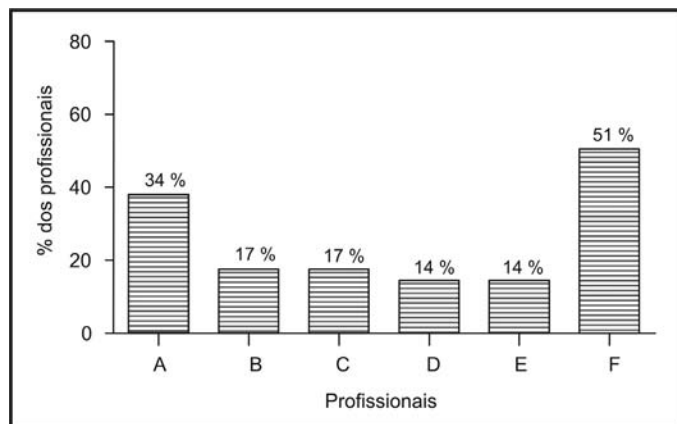
$FC_{\text{máx}}$  (frequência cardíaca máxima),  $W_{\text{máx}}$  (carga máxima),  $W_{\text{máx/kg}}$  (carga máxima relativa),  $PSE_{\text{máx}}$  (percepção subjetiva de esforço máxima), PDFC (ponto de deflexão da frequência cardíaca), WPDFC (carga no ponto de deflexão da frequência cardíaca), % (percentuais do esforço máximo), n = 29

mountain bikers.

O questionário revelou que 90% dos atletas recebiam algum tipo de apoio ou patrocínio, sendo que 83% já pensaram em abandonar o esporte por falta de incentivo financeiro. No GRÁFICO 1, está a descrição dos profissionais habilitados que auxiliam na preparação física dos atletas.

GRÁFICO 1

DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DOS PROFISSIONAIS QUE AUXILIAM NA PREPARAÇÃO DOS ATLETAS.



Legenda: A (treinador), B (nutricionista), C (psicólogo), D (massagista), E (fisioterapeuta) e F (nenhum).

Sobre a experiência de treinamento, em média o grupo treina há  $6,4 \pm 4,1$  anos, sendo que 76% dos *mountain bikers* pedalam entre cinco a seis dias semanais. Em adição, 34% pedalam entre seis a 10 horas e 52% entre 10 a 15 horas semanais. Todos os atletas descansam pelo menos um dia na semana. Ao final da temporada, 79% escolhem entre 15 a 30 dias de período de transição.

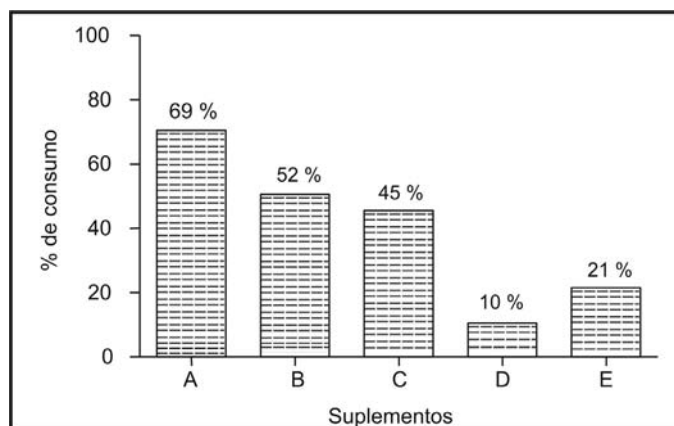
Apenas 34% dos participantes já foram submetidos a avaliações laboratoriais e de campo, sendo que 24% utilizam as variáveis identificadas para o controle do treinamento. Sobre a organização do treinamento, somente 24% utilizam periodização das cargas utilizadas. Sobre o treinamento complementar, 38% realizam alongamentos, 34% musculação, 24% corrida e apenas um sujeito pratica natação. Além disto, 24% praticam dois ou mais exercícios físicos complementares, e 39% apenas praticam MTB.

Em relação à nutrição, 86% dos *mountain bikers* realizam entre quatro a seis refeições diárias, sendo

que 79% se alimentam até uma hora após as sessões diárias de treinamento. Aproximadamente 83% dos atletas ingerem suplementos alimentares (GRÁFICO 2). Apenas 14% não ingerem nenhum suplemento, enquanto 62% utilizam dois ou mais suplementos alimentares.

GRÁFICO 2

DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL DE SUPLEMENTOS ALIMENTARES CONSUMIDOS PELOS *MOUNTAIN BIKERS*.



Legenda: A (carboidratos), B (aminoácidos), C (vitaminas e sais minerais), D (creatina) e E (outros).

## DISCUSSÃO

As características dos atletas indicam que o grupo apresenta reduzida massa corporal. Estes achados estão de acordo com a literatura, que registra valores de  $67,0 \pm 6,1$  e  $66,4 \pm 5,7$  kg (Costa et al., 2005; Impellizzeri et al., 2005 b). Em adição, o baixo percentual de gordura estimado, a despeito das diferentes técnicas utilizadas de uma forma geral, também é semelhante ao reportado em outros estudos (Lee et al., 2002; Costa et al., 2005). As características morfológicas encontradas nestes atletas representam informações que podem auxiliar no desempenho, pois os parâmetros fisiológicos são frequentemente normalizados em relação à massa corporal (Lee et al., 2002).

Impellizzeri et al. (2005a,b) afirmam que os fatores mais importantes que afetam o desempenho nas competições de XC são os indicadores de potência e capacidade aeróbia, ambos normalizados pela massa

corporal. Segundo os autores, as fortes correlações encontradas podem ser explicadas pelas repetidas subidas encontradas nos circuitos. Lee et al. (2002) compararam as características morfo-fisiológicas entre ciclistas e *mountain bikers*, sendo que os valores foram significativamente maiores para o grupo de *mountain bikers* quando os parâmetros foram expressos relativos à massa corporal. Assim, percebe-se que o peso corporal, associado ao reduzido %G, constitui condição relevante para os atletas que buscam aprimorar seu desempenho no XC.

Em relação às variáveis máximas, o grupo de atletas avaliados pelo teste progressivo apresenta nível funcional ( $W_{máx} - 315,6 \pm 34,7 \text{ W}$ ) inferior em relação ao reportado na literatura internacional para atletas de calibre internacional. Lee et al. (2002) avaliaram um grupo de *mountain bikers* profissionais australianos, verificando valores de  $413 \pm 36 \text{ W}$  na  $W_{máx}$ . O protocolo utilizado empregou incrementos de 50 W a cada cinco minutos. Lucia et al. (2001) sugerem que ciclistas profissionais atingem a  $W_{máx}$  mais elevada em protocolo com incremento de carga e estágios reduzidos. Neste sentido, fica evidente a discrepância de aptidão entre os atletas brasileiros, neste estudo investigados, em relação aos apresentados por Lee et al. (2002).

Quando a  $W_{máx}$  foi normalizada por alometria, percebe-se novamente que os valores são inferiores ( $4,7 \pm 0,4 \text{ W.kg}^{-1}$ ) aos atletas da elite internacional. Wilber et al. (1997) avaliaram atletas de XC norte-americanos que se destacam em competições da Copa do Mundo, sendo que os valores encontrados são de  $5,9 \pm 0,3 \text{ W.kg}^{-1}$ . Impellizzeri et al. (2005 b) investigaram *mountain bikers* italianos que disputam os principais campeonatos internacionais, sendo que os valores estão próximos a  $6,4 \pm 0,6 \text{ W.kg}^{-1}$ . Desta forma, percebe-se que a potência relativa imprimida pelos atletas brasileiros, aqui investigados, é reduzida.

A variável sub-máxima investigada foi o PDFC, que, normalmente, é referenciado como um indicador de capacidade aeróbia (Kara et al., 1996; Boadner e Rhodes, 2000), como método alternativo e não-invasivo para a estimativa do segundo limiar de transição metabólica (LTM2) (Ribeiro et al., 1985). Neste sentido, os valores percentuais encontrados no PDFC são ligeiramente inferiores aos verificados no segundo limiar de lactato em atletas internacionais,

sendo de  $93,3 \pm 1,5\%$  (Impellizzeri et al., 2002). Por outro lado, Lee et al. (2002) utilizaram o método  $D_{máx}$  modificado para identificação de LTM2 na curva de lactato sanguíneo, sendo que o valor percentual em relação a  $W_{máx}$  foi semelhante ao encontrado no presente estudo ( $82 \pm 4 \%$ ).

Apesar dos percentuais de intensidade do PDFC e da WPDFC serem, de uma forma geral, semelhantes aos reportados em outros estudos, os valores absolutos e relativos à massa corporal são significativamente inferiores aos de atletas internacionais. Em alguns casos, verifica-se que a carga alcançada no LTM2 é mais elevada que a  $W_{máx}$  atingida pelos atletas brasileiros (Wilber et al., 1997; Lee et al., 2002; Impellizzeri et al., 2005 a,b). Dessa forma, percebe-se que o nível de aptidão aeróbia dos *mountain bikers* brasileiros, ora analisados, está inferior aos de profissionais americanos, europeus e australianos.

Em relação ao questionário avaliado, verifica-se que 51% dos atletas não recebem algum tipo de acompanhamento de um profissional habilitado na área esportiva. Os resultados indicam escassa participação de técnicos, de nutricionistas, de psicólogos e de outros profissionais, no processo pedagógico de treinamento. Apesar da reduzida orientação, o grupo de atletas pode ser caracterizado como experiente, dado o tempo de prática dos mesmos ( $6,4 \pm 4,1$  anos). Além disso, grande parte pedala acima de cinco dias, entre 10 a 15 horas por semana, e realiza algum tipo de treinamento complementar, o que se enquadra dentro do esperado para estes atletas. Em adição, poucos foram submetidos a algum tipo de avaliação e poucos utilizam variáveis fisiológicas para o controle das sessões de treinamento (24%). Dessa forma, percebe-se que grande parte da programação do treinamento realizada ao longo dos anos foi efetuada sem a detecção de variáveis determinantes de *performance*, em oposição aos modernos métodos de treinamento apresentados para modalidades esportivas com características similares.

Em recente estudo, Costa et al. (2004) avaliaram, por meio de questionário, aspectos nutricionais e de treinamento de 50 *mountain bikers* que competiram em diferentes categorias na "Volta de Santa Catarina". Os dados obtidos, em grande parte, corroboram com nosso estudo atual, sugerindo que muitos atletas treinam de forma não orientada, a despeito das informações científicas disponíveis na atualidade.

No presente estudo, apesar de apenas 17% dos participantes relatarem o acompanhamento de um nutricionista, muitos utilizam suplementos nutricionais como recurso ergogênico durante a temporada de treinamento e/ou competições. Percebe-se a predominância na utilização de carboidratos, sendo que muitos também utilizam aminoácidos e complexos vitamínicos com sais minerais. Cramp et al. (2004) investigaram o efeito da ingestão prévia de carboidratos no desempenho de praticantes de MTB em simulação laboratorial. Os resultados sugerem que a ingestão de 3.0 g.kg<sup>-1</sup> de massa corporal, três horas antes de 93 min de MTB não apresenta diferença significativa em relação à ingestão de 1.0 g.kg<sup>-1</sup> de massa corporal. No entanto, o ganho de apenas 3% no desempenho pode ser significativo durante uma competição de XC. O MTB requer uma alta demanda da potência aeróbia, dada pela alta porcentagem da FC<sub>máx</sub> durante as provas, o que suporta a idéia de uma participação predominante de carboidratos e fadiga associada a esta depleção, justificando o empenho em suplementação adicional de carboidratos nos mais diversos períodos de treinamento e competição.

A falta de conhecimento específico sobre a correta ingestão de nutrientes necessária aos *mountain bikers*, pode explicar, em parte, a utilização de diferentes tipos de substâncias. Foi, também, descrita a utilização de aminoácidos (52%) e de creatina (10%). A participação de aminoácidos como substrato energético, apesar de ser proporcionalmente pequena, ocorre em atividades de longa duração (Brooks, 1987). Em adição, pouco se conhece sobre a participação dos diferentes aminoácidos na reestruturação das fibras musculares pós-treinamento aeróbio, apesar de serem verificados ganhos em hipertrofia pós-treinamento de força (Tipton et al., 1999), sendo, talvez, uma das justificativas para a sua utilização pelos atletas de XC.

Muito se discute sobre a utilização de creatina

em atividades de potência e capacidade anaeróbia. No entanto, pouco se conhece sobre os benefícios em modalidades predominantemente aeróbias de longa duração como no XC. Volek e Rawson (2004) apresentam as bases científicas e os aspectos práticos para a suplementação de creatina em atletas. Verifica-se que os estudos são controversos em relação aos ganhos de *performance*, explicados em parte pelo aumento da massa corporal. No entanto, pelas características das provas de XC, com trechos de subidas e descidas, resta a necessidade da verificação se os possíveis ganhos fisiológicos do emprego da creatina suplantam as possíveis perdas provocadas pelos ganhos de massa corporal envolvidos nesta suplementação.

## CONCLUSÕES

Foi demonstrado que alguns indicadores fisiológicos máximos e sub-máximos de *mountain bikers* brasileiros apresentam valores absolutos e relativos reduzidos em comparação à elite internacional. Em adição, grande parte dos atletas não apresenta orientação específica de profissionais habilitados, como treinadores especializados e nutricionistas, com possíveis perdas na qualidade do treinamento empregado. Estes achados podem explicar parte da desigualdade de nível competitivo dos nossos atletas com relação aos *mountain bikers* de nível internacional.

### Endereço para correspondência:

Vitor Pereira Costa  
Laboratório de Pesquisa Morfo-Funcional  
Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desportos  
Universidade do Estado de Santa Catarina  
Rua Pascoal Simone, nº 358 - Coqueiros  
Florianópolis - SC - Brasil - CEP 88080-350  
e-mail: costavp@nextwave.com.br

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARON R. Aerobic and anaerobic power characteristics of off-road cyclists. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33: 1387-93.

BOADNER ME, RHODES EC. A review of the concept of the heart rate deflection point. *Sports Med* 2000; 30(1): 31-46.

- BORG GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and science in sports and exercise* 1982; 14: 377-81.
- BROOKS GA. Amino acid and protein metabolism during exercise and recovery. *Med Sci Sports Exerc* 1987; 19: S150-6.
- COSTA VP, FERNANDES TC, ADAMI F, DELLA-GIUSTINA M, DE-OLIVEIRA FR. Aspectos nutricionais e de treinamento de mountain bikers brasileiros. *Revista Brasileira Ciência e Movimento* 2004; 12: 270.
- COSTA VP, FERNANDES TC, ADAMI F, CARMINATTI LJ, LIMA-SILVA AE, DE-OLIVEIRA FR. Ponto de inflexão como estimativa dos limiares de lactato em mountain bikers. *Anais do I Encontro Mineiro de Fisiologia do Exercício*. Juiz de Fora: UFJF, 2005.
- COSTA VP. Variáveis fisiológicas determinantes de performance em mountain bikers. Dissertação de Mestrado em Ciência do Movimento Humano. Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desportos. Universidade do Estado de Santa Catarina: Florianópolis, 2006.
- CRAMP T, BROAD E, MARTIN D, MEYER BJ. Effects of preexercise carbohydrate ingestion on mountain bike performance. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36: 1602-09.
- IMPELLIZZERI FM, MARCORA SM, RAMPININI E, MOGNONI P, SASSI A. Correlations between physiological variables and performance in high level cross country off road cyclists. *Br J Sports Med* 2005 b; 39: 747-51.
- IMPELLIZZERI FM, RAMPININI E, SASSI A, MOGNONI P, MARCORA S. Physiological correlates to off-road cycling performance. *J Sports Sci* 2005 a; 23: 41-7.
- IMPELLIZZERI FM, SASSI A, RODRIGUEZ-ALONZO M, MOGNONI P, MARCORA S. Exercise intensity during off-road cycling competitions. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34: 1808-13.
- JACKSON AL, POLLOCK ML. Generalized equations for prediction body density of men. *Br J Nutr* 1978; 40: 497-504.
- KARA M, GÖKBEL H, BEDIZ C, ERGENE N, ÜÇÖK K, UYSAL H. Determination of the heart rate deflexion point by the D<sub>max</sub> method. *J Sports Med Phys Fitness* 1996; 36: 31-4.
- KUIPERS H, KEIZER HA, DE VRIES T, VAN RIJTHOVEN P, WIJTS M. Comparison of heart rate as a noninvasive determinant of anaerobic threshold with the lactate threshold when cycling. *Eur J Appl Physiol* 1988; 58: 303-6.
- LEE H, MARTIN DT, ANSON JM, GRUNDY D, HAHN AG. Physiological characteristics of successful mountain bikers and professional road cyclists. *J Sports Sci* 2002; 20: 1001-8.
- LOHMAN TG, ROCHE AF, MATORELL R. Anthropometric standardization reference manual. Champaign: Human Kinetics, 1988.
- LUCIA A, HOYOS J, CHICHARRO J. Physiology of professional road cycling. *Sports Med* 2001; 31 (7): 325-37.
- PFEIFFER RP, KRONISH RL. Off-road cycling injuries: an overview. *Sports Med* 1995; 19 (5): 311-25.
- RIBEIRO JP, FIELDING RA, HUGHES V, BLACK A, BOCHESE MA, KNUTTGEN HG. Heart rate break point may coincide with the anaerobic and not the aerobic threshold. *Int J Sports Med* 1985; 6: 220-4.
- TIPTON KD, FERRANDO AA, PHILLIPS SM, DOYLE DJR, WOLFE RR. Post exercise protein net synthesis in human muscle from orally administered amino acids. *Am J Physiol End Met* 1999; 276: E628-34.
- VOLEK JS, RAWSON ES. Scientific basis and practical aspects of creatine supplementation for athletes. *Nutr* 2004; 20: 609-14.
- WILBER RL, ZAWADZI KM, KEARNEY JT, SHANNON MP, DISALVO D. Physiological profiles of elite off-road