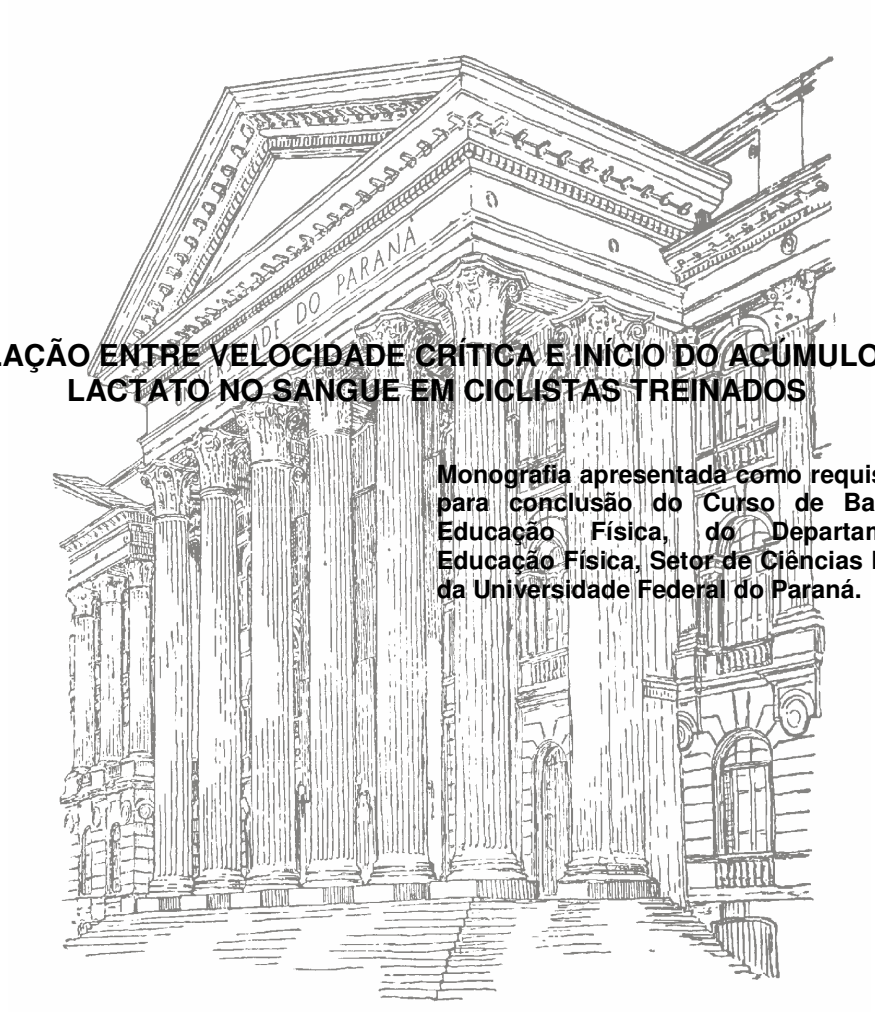
JULIANA STANGHERLIN



RELAÇÃO ENTRE VELOCIDADE CRÍTICA E INÍCIO DO ACÚMULO DE LACTATO NO SANGUE EM CICLISTAS TREINADOS

Monografia apresentada como requisito parcial para conclusão do Curso de Bacharel em Educação Física, do Departamento de Educação Física, Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná.

CURITIBA

2006

JULIANA STANGHERLIN

RELAÇÃO ENTRE VELOCIDADE CRÍTICA E INÍCIO DO ACÚMULO DE LACTATO NO SANGUE EM CICLISTAS TREINADOS

Monografia apresentada como requisito parcial para conclusão do Curso de Bacharel em Educação Física, do Departamento de Educação Física, Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná.

ORIENTADOR: Ms. HOMERO CACHEL

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que me incentivaram na execução desse trabalho,especialmente à meus pais, irmão e namorado, meus orientadores Ms.Homero Cachel e professor Dr.Sergio Gregório da Silva e seu mestrando Cosme Franklin Buzzuchera. Agradeço aos atletas de ciclismo que se disponibilizaram a realizar os testes.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS iv
RESUMO v
1 INTRODUÇÃO 1
1.1 PROBLEMA 1
1.2 JUSTIFICATIVA 2
1.3 OBJETIVOS 2
1.4 HIPÓTESES 2
2 REVISÃO DE LITERATURA 3
2.1 CICLISMO 3
2.2 VELÓDROMO 5
2.3 INICIO DE ACÚMULO DE LACTATO NO SANGUE 6
2.4 VELOCIDADE CRÍTICA 10
3 METODOLOGIA 14
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA 14
3.2 SUJEITOS 14
3.3 INSTRUMENTOS 14
3.4 PROCEDIMENTOS 15
3.4.1 Determinação da Velocidade Crítica 15
3.4.2 Determinação da Performance de 40Km 16
3.4.3 Determinação do Início do Acúmulo de Lactato no Sangue 16
3.5 Análise Estatística 16
4 RESULTADOS 17
5 DISCUSSÃO 19
6 CONCLUSÃO 23
REFERÊNCIAS 24

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – DADOS INDIVIDUAIS E MÉDIAS DAS PERFORMANCES MÁXIMAS. 17
TABELA 2 – VALORES MÉDIOS E INDIVIDUAIS DA CONCENTRAÇÃO DE LACTATO..... 18

RESUMO

RELAÇÃO ENTRE VELOCIDADE CRÍTICA E INÍCIO DO ACÚMULO DE LACTATO NO SANGUE EM CICLISTAS TREINADOS

A velocidade crítica é uma excelente forma de prescrição de treinamento aeróbio e predição de performance. O objetivo deste estudo é verificar a utilização da velocidade crítica como controle de treinamento, correlacionada com o início de acúmulo de lactato no sangue (OBLA), em ciclistas treinados do sexo masculino. A amostra foi composta por onze atletas de ciclismo treinados, do sexo masculino, (24,36±8,20 anos), praticantes da modalidade há 10,27±7,8 anos, que realizaram os seguintes testes: a) tiros máximos de 3.000m e 10.000m para a determinação da VC; b) performance de contra-relógio de 40km na VC; c) determinação do OBLA nas distâncias de 5.000m, com intensidade de 65% a 70% da VC individual e 95% a 100% da VC individual. Os testes foram realizados em dias diferentes. Constatou-se que a diferença média entre a VC calculada (38,9±1,56 km/h) e a VC obtida pelos avaliados (38,94±2 km/h) não foi significante, apenas p= 0,849, encontrando-se grande correlação r=0,851, P=0,01. Os valores médios do OBLA obtidos pelos avaliados na intensidade de 65% a 70% da VC (1,99±0,25 mmol/L) e 95% a 100% da VC (4,4±1,01 mmol/L) não apresentaram diferença significativa com o valor do limiar aeróbio (2mmol/L), p= 0,908, e OBLA (4mmol/L), p=0,217, respectivamente. Na primeira coleta apresentou-se alta correlação (r=0,923, P=0,01) e na segunda não houve correlação com o OBLA. Os dados do teste com ciclistas demonstraram ser altamente seguros para predição de performance do contra relógio de 40km, além de ser uma excelente forma de prescrição de treinamento aeróbico. A VC, além de ser a melhor forma de predição, avaliação e prescrição de treinamento, mostrou-se um método eficaz e não invasivo, simples e prático, aplicável a grandes grupos e de baixo custo.

Palavras chaves: velocidade crítica, ciclismo, início do acúmulo de lactato sanguíneo

1 INTRODUÇÃO

1.1 PROBLEMA

No esporte de rendimento busca-se sempre superação de limites, novos recordes. Muitas formas de avaliar os efeitos de treinamento tem sido estudadas, visando obter indicadores de intensidade de treino e competição, bem como meios para predição da performance. O ciclismo apresenta algumas modalidades em que o rendimento está diretamente ligado à capacidade aeróbia, por apresentar provas de longa duração. A percepção de esforço nem sempre é suficiente para o controle de treinamento, necessitando de outros mecanismos, entre eles a velocidade crítica.

Teoricamente, a velocidade crítica (VC) é definida como sendo a mais alta intensidade de exercício que pode ser mantida por longo período de tempo sem exaustão (MONOD; SCHERRER, 1965). A velocidade crítica surgiu de estudos com potência crítica. Em estudos de Poole et al (1990), foi determinada a potência crítica no cicloergômetro e verifico-se que ela demarcava a potência correspondente ao limiar lactato. Semelhança foi verificada por Overend, et al (1992) apud Kokubun (1996), em esteira que denominaram esta intensidade de velocidade crítica. A velocidade crítica é facilmente aplicada, não necessita de equipamentos caros e invasivos e pode ser aplicada nas sessões de treinamento, com um grande número de atletas.

Para melhor avaliar os resultados, pode-se relacionar a velocidade crítica com o início de acúmulo da lactato no sangue - OBLA. Freqüentemente, os termos limiar de lactato e OBLA são usados como sinônimos, porém cada um deles demonstra um ponto operacionalmente diferente em termos de intensidade do exercício e de nível sanguíneo de lactato (McARDLE et al, 2003). Uma técnica de determinação do lactato sangüíneo que consistia em aplicar um teste progressivo após um esforço prévio máximo de curta duração foi apresentada por Tegtbur, et al (1993) apud Kokubun (1996). Verificaram que o lactato diminuía nas cargas iniciais do teste até uma concentração mínima, cuja intensidade foi denominada velocidade de lactato mínimo, voltando a aumentar novamente. Os resultados deste estudo indicaram fortemente que a velocidade de lactato mínimo corresponderia à limiar de lactato e à

velocidade crítica, segundo a técnica de Poole et al (1988, 1990) e Overend et al (1992) apud KOKUBUN (1996).

A velocidade crítica ainda não tem sido utilizada para predizer resultados e controlar o treinamento de ciclistas. Portanto, o propósito deste estudo é o de verificar a utilização da velocidade crítica como controle de treinamento, correlacionada com o início de acúmulo de lactato no sangue (OBLA), em ciclistas do sexo masculino.

1.2 JUSTIFICATIVA

Por ser um dos desportos possuidores de inúmeros praticantes que necessitam de constantes avaliações com métodos não invasivos, práticos e de baixo custo, a velocidade crítica é a melhor forma de avaliação e predição da performance.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Correlacionar a velocidade crítica (VC) e o início de acúmulo de lactato no sangue (OBLA) em atletas de ciclismo treinados.

1.3.2 Utilizar a velocidade crítica (VC) como forma de prescrição de treinamento aeróbio.

1.3.3 Investigar a utilização da velocidade crítica (VC) para predição do resultado contra relógio de 40 km.

1.4 HIPÓTESES

H1. A velocidade crítica pode substituir com vantagens a utilização da metodologia de controle invasivos para a utilização das intensidades adequadas ao treinamento aeróbio e predição de performance.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CICLISMO

O ciclismo é um esporte difundido mundialmente, uma modalidade de nível Olímpico que vem atraindo cada vez mais interesse do público e estudiosos. A bicicleta continua sendo o principal meio de transporte em muitos países do mundo, tanto recreacional como esporte de competição, tornando-se cada vez mais popular (FARIA et al, 2005). No Brasil, o ciclismo começa a crescer, ganhando reconhecimento e atraindo a atenção de profissionais de educação física, técnicos empenhados em otimizar a performance e aprimorar o rendimento de atletas.

O impulso de maior significado do ciclismo no âmbito esportivo foi na primeira edição dos Jogos Olímpicos da Era Moderna, em Atenas, 1986. Este evento contou com a participação do ciclismo com as provas de velocidade, estrada, perseguição e corrida contra o relógio. Coubertin (2000), descreve que as provas de ciclismo são fáceis de organizar e não é necessário grandes construções. Atualmente as provas olímpicas de ciclismo são dez masculinas e oito femininas (SANTO, 2005). São várias as modalidades do ciclismo, com suas especialidades. A modalidade de estrada se subdivide nas provas de estrada, circuito, contra-relógio e montanha; e o ciclismo de pista que possui outras tantas provas dentre elas, velocidade, kilometro contra o relógio, perseguição individual, keirin, critério eliminação, por pontos, velocidade olímpica, perseguição olímpica, a americana (ALGARRA; GORROTXATEGI, 1996). Cada uma destas especialidades exige do atleta capacidades e desempenho adquiridos com muito treinamento e pesquisa para se atingir um nível técnico e tático condizendo com as exigências da performance.

A prova de contra relógio tem como característica realizar uma distância determinada em menor tempo possível, podendo ter caráter individual ou coletivo (por equipes) (ALGARRA; GORROTXATEGI, 1996). Segundo regulamento da União Ciclista Internacional (UCI) (CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE CICLISMO, 2006), no contra relógio individual, os atletas partem do bloco de saída individualmente, com intervalos regulares de tempo entre estes, não sendo permitido beneficiar-se do vácuo de outro competidor, sendo vencedor aquele que realizar o percurso no menor espaço de tempo. Nas competições de estrada, o ganhador é quem

consegue cumprir a distância marcada no menor tempo (ORTÍN; GAYANGO, 1994). A prova de contra-relógio, requer do atleta, segundo Algarra; Gorrotxategi (1996), uma capacidade aeróbica e anaeróbica muito desenvolvidas, sendo a predominância de cada uma delas em função da distância; assim a capacidade láctica e aláctica são consideradas em provas de curta duração, enquanto nas de longa duração, a qualidade essencial é a capacidade aeróbica.

O Recorde Da Hora no ciclismo, tem características de provas de contra relógio predominantemente aeróbica. Esse evento é realizado no velódromo, e representa a maior distância que um ciclista consegue percorrer sozinho durante 60 minutos (CRAIG; NORTON, 2001). O feito já foi realizado por ciclistas de estrada e de pista (PADILLA et al, 2000), sendo considerado como um teste aeróbico de endurance de ciclismo. Em provas oficiais de contra relógio, organizadas pela União Ciclista Internacional (UCI) e pela Confederação Brasileira de Ciclismo (CBC), a distância determinada pelo regulamento varia conforme a categoria e sexo. Nas provas masculinas a distância permitidas aos Juniores é no máximo 30km, na categoria Sub-23 varia de 30 a 40 km e para a Elite 40 a 50km (CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE CICLISMO, 2006).

Freqüentemente, em estudos para predição de performance no ciclismo, os testes são realizados em laboratórios e usa-se a distância de 40 km como forma de avaliação. Em pesquisa de Amann, et al (2004), usou-se a distância de 40 km em ciclo ergômico e o limiar ventilatório para predizer o contra relógio de 40 km. Harnish et al (2001), demonstraram que o MLSS (nível máximo estável de lactato) pode ser estimado por método não invasivo, com 2% de erro, utilizando a distância de 5km e 40 km como forma de avaliação. O 40 km obtido por esses autores é o método mais conveniente, limitando o teste para uma única sessão (FARIA, 2005).

Resultado de estudos com ciclistas de elite, realizados por Coyle (1991), apud McARDLE, et al (2003), em laboratório durante 1 hora permitia prever o desempenho em uma corrida de estrada de 40 km. Recentemente, Amann, et al (2006) estudaram qual mensuração laboratorial é o melhor preditor de performance do contra relógio de 40 km. As performances realizadas foram limiar ventilatório (VE/VO_2, VE/VCO_2, inclinação em V, razão de troca respiratória - RER) e limiar de lactato (limiar anaeróbico - Lan) concluindo que o limiar ventilatório (VE/VO_2) é o mais confiável. Segundo Balikian; Denadai (1996), para a predição de performance,

o teste de campo parece ser mais específico, já que este teste respondeu por um percentual maior da variação da performance na prova de 40 Km contra-relógio. Para Faria (2005), o simulador de laboratório do teste de contra relógio de 40 km serve como um indicador de protocolo de treinamento eficaz. A forma de avaliação de 40 km contra relógio não é usado somente para testes de fisiologia, mas também para testes aerodinâmicos (JEUKENDRUP; MARTIN, 2001, apud FARIA, 2005).

2.2 VELÓDROMO

Atualmente, no Brasil existem cinco velódromos, três localizados no estado de São Paulo, um no Paraná e um em Minas Gerais. Mas somente três estão em funcionamento (dois em São Paulo e o do Paraná). O primeiro velódromo do Brasil foi construído em São Paulo, SP, o Velódromo Paulistano, em 1985. Nesta pista, feita de terra e cimentada após um ano, foi disputada a primeira prova de ciclismo no Brasil (NICOLINI, 2001, apud SANTO, 2005; ALVES, 1982). Após alguns anos, em Porto Alegre, foi inaugurado mais um velódromo, seguido pelo de Rio Claro, SP. Na década de 30 outros velódromos surgiram na cidade de São Paulo (SANTO, 2005). Em matéria da Revista VO_2 máx, sobre a condição dos velódromos brasileiros, Oliveira (2006), descreve como são feitas as pista, podendo ser de concreto, madeira ou asfalto, ocasionalmente de grama ou terra, cobertas ou não. Craig; Norton (2001), descrevem as pistas da mesma maneira. Segundo o Guia de Estudo Espanhol (ORTÍN; GAYANGO, 1994), as provas de pista se desenvolvem no velódromo ou pistas artificiais de forma ovalada, com os extremos arredondados e inclinados. A superfície pode ser de madeira, a extensão não supera os 500 metros.

As distancias oficiais da pista estabelecidas para Campeonatos Mundiais e Jogos Olímpicos é de 250m a 400m de extensão. Existem velódromos menores com 133m e maiores com 500m, normalmente encontram-se velódromos com 333,33m (CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE CICLISMO, 2006). Segundo definição de Santo (2005), velódromo é o local onde as corridas são disputadas em pista de madeira ou concreto, coberta de resinas, com 250m extensão e inclinação de 41º nas curvas.

A pista é o lugar ideal para avaliar o progresso ou condição física dos ciclistas por meio de teste de campo. A pista propicia situações ideais de medição, ao manter

de forma estável quase todos os parâmetros para avaliar na consecução de um resultado (extensão do trajeto, altimetria, fatores ambientais) (ALGARRA; GORROTXATEGI 1996). Pesquisas de campo freqüentemente são realizadas em velódromos ou durante competições de estrada (FARIA et al, 2005). Respeitando o princípio da especificidade, e eliminando a necessidade de ergômetros específicos de laboratório, as avaliações de atletas têm se transferido dos laboratórios para o campo de prática desportiva, aproximar-se o máximo possível, do gesto desportivo praticado pelo atleta no treinamento e competição (CHICHARRO; ARCE, 1991; BALIKIAN; DENADAI, 1996).

O ciclismo de pista, agrupa um conjunto de provas de grande vigor e exigência técnica, sendo essa modalidade considerada indispensável para a formação de atletas, mesmo que no futuro compitam em outra modalidade (ALGARRA; GORROTXATEGI, 1996). Fiorin; Vedana (1998), propõem que o desenvolvimento da habilidade motora específica do ciclismo, seja realizada em qualquer espaço disponível como velódromo, estrada ou pista de atletismo.

2.3 INÍCIO DE ACÚMULO DA LACTATO NO SANGUE (OBLA)

Diversos estudos dentro da fisiologia do exercício (FARREL et al, 1979; MacDOUGALL, 1977, apud FOSS; KETEYIAN, 2000; WELTMAN, 1995; McARDLE, et al, 2003) tem demonstrado que o início de acúmulo da lactato no sangue (OBLA, onset of blood lactate accumulation) é um bom preditor de performance, prescrição da intensidade do treinamento e controle dos efeitos do treinamento. O OBLA corresponde ao ponto no qual a concentração sanguínea de lactato mostra um aumento sistemático igual a 4,0 mM (SEIP, et al., 199; YOSHIDA, et al, 1987, apud McARDLE, et al, 2003; SJODIN; JACOBS, 1981, apud BENTLEY, et al, 2001). Para alguns estudiosos, o valor de 4,0mM para OBLA indica a intensidade máxima do exercício que pode ser mantido por uma pessoa em longo período de tempo, variando entre os indivíduos o nível máximo estável de lactato (McARDLE et al, 2003). Segundo Foss; Keteyian, (2000), o ponto durante o exercício progressivo onde ocorre o aumento acentuado e desproporcional no lactato sanguíneo durante o exercício é denominado limiar de lactato, ou OBLA, no valor de 4 milimoles por litro (mmol/L).

Segundo McARDLE et al, (2003, p.301), a causa exata do OBLA continua sendo controversa:

> Alguns admitem que representa um ponto distinto para o início da anaerobiose muscular. Entretanto, os valores do lactato sanguíneo nem sempre refletem a concentração de lactato em músculos específicos. O lactato pode acumular-se não apenas em virtude da anaerobiose muscular, mas também de menor depuração total de lactato ou de maior produção de lactato em fibras musculares específicas. Ainda mais, um limiar de aparecimento do lactato poderia resultar de: (1) desequilíbrio entre o ritmo da glicólise e a respiração mitocondrial, (2) menor potencial redox (maior quantidade de NADH em relação a NAD), (3) conteúdo reduzido de oxigênio no sangue e (4) menor fluxo sanguíneo para o músculo esquelético. Por causa de possíveis causas diferentes a cautela deveria temperar as interpretações do significado metabólico específico (e da causa) de OBLA. Entretanto, isso significa provavelmente o início de um acúmulo exponencial de lactato no músculo ativo.

Freqüentemente os termos OBLA e limiar de lactato (LT) são usados como sinônimos, porém cada um deles representa um ponto operacionalmente diferente em termos de intensidade do exercício e de nível sanguíneo de lactato (McARDLE et al, 2003). Outros termos muitas vezes são usados na literatura para definir limiar de lactato, tal como OBLA, limiar anaeróbio, nível máximo estável de lactato e ponto de deflexão do coração (BURKE, 2002). Faria et al (2005) define “limiar de lactato 2” como a intensidade do exercício no qual a concentração de lactato no sangue permanece estável e é freqüentemente referido à máxima fase estável de lactato (MLSS), também chamado de “início de acúmulo de lactato no sangue”.

Segundo Weltman (1995), baseando o uso do lactato sanguíneo como resposta no exercício como uma ferramenta para predizer performance de endurance e montar programas de treinamento encontrando o volume sugerido em estudos que o lactato sanguíneo como resposta no exercício é um excelente indicador de performance de endurance. Os autores Farrel et al (1979); MacDougall (1977) apud Foss; Keteyian, (2000) afirmam que o lactato no sangue pode ser, e tem sido por anos, usados por técnicos com a finalidade de orientar a intensidade do exercício e de aprimorar o desempenho humano.

Sjodin; Jacobs (1981) apud Weltman (1995) verificaram a capacidade de associar a velocidade com o OBLA para predizer a velocidade associada com a performance da maratona, entre homens. O resultado desse estudo indicou que a velocidade da maratona acontecia em torno de 87% da velocidade do OBLA. Os autores concluíram que exercícios de endurance, como a maratona, são fortemente

relacionada com a velocidade do OBLA, que varia de acordo com a distribuição de tipos de fibras musculares, volume de treinamento e densidade capilar. Vários autores citados por McArdle et al (2003) comprovaram em seus estudos que a intensidade do exercício no ponto de OBLA permite prever de forma consistente e poderosa o desempenho no exercício de endurance para homens e mulheres. Similarmente, Yoshida et al (1990) apud Weltman (1995) relataram que o lactato no sangue mensurado com o limiar de lactato e OBLA eram altamente correlacionado com performances de corridas para distâncias de 800 m, 1500 m e 3000 m, em mulheres. Na maior parte das modalidades e especialidades do ciclismo o rendimento físico terá implicações com processos de caráter aeróbico e com aqueles outros relacionados com o controle na formação-eliminação do ácido láctico (ALGARRA; GORROTXATEGI, 1996).

O OBLA demonstra especificidades das tarefas relacionadas ao exercício. Em estudo realizado por Wyatt (1999) apud McArdle et al (2003) ocorreram diferenças relativas ao consumo de oxigênio ao comparar o exercício na bicicleta, na esteira rolante e na manipulação de uma manivela com os braços. Essas diferenças resultaram provavelmente de variações de massa muscular ativada em cada forma de exercício. Portanto, segundo resultados obtidos por Koyal et al (1976) apud McArdle et al (2003) OBLA ocorre para um nível mais baixo de exercício (ou consumo de oxigênio) durante a pedalada e o exercício de movimentação de uma manivela com os braços. Sendo assim, McArdle et al (2003) concluíram que as diversas modalidades de exercício não podem definir indiferentemente o ponto de OBLA durante o teste com exercício gradativo.

No ciclismo o OBLA normalmente é relacionado com potência produzida e testes em laboratório para predizer performance. Em dois recentes estudos Bishop et al (2000); Jenkins et al (2000) apud Bentley et al (2001) foi estabelecido que o Dmáx limiar de lactato e o OBLA são as variáveis que são mais relatadas como padrão de potência produzida realizada em uma hora na bicicleta por mulheres ciclistas. A validade do OBLA como um preditor de máxima fase estável de intensidade sustentável, durante exercício prolongado para todos indivíduos, foi questionada em pesquisa de Padilla et al (2000). A proposta do estudo era a descrever as características fisiológicas e aerodinâmicas e uma preparação bem sucedida na tentativa na quebra do Recorde da Hora no ciclismo, correlacionadas

com o OBLA. Os resultados do estudo colaboraram para a validação do OBLA como a intensidade máxima que pode ser mantida por uma hora, com valores mensurados de OBLA 3 e 5 minutos depois do teste. Baseado em pré-corridas nos teste de laboratório, OBLA = 4 mmol/L (PADILLA et al, 2001; SJODIN et al, 1982, apud FARIA et al, 2005) era estabelecido para cada ciclista e também ligado com a freqüência cardíaca e tempo de duração do OBLA zone. Isto é, o tempo total gasto e acima do OBLA durante estágios de altas montanhas é de 16 minutos , enquanto alguns ciclistas permanecem no OBLA por 80 minutos (PADILLA et al, 2001, apud FARIA et al, 2005).

2.4 VELOCIDADE CRÍTICA (VC)

Estudos fisiológicos têm demonstrado há anos métodos para controlar intensidade de treinamento e predizer performance. Há diversos protocolos para se estimar e obter o limiar de lactato, freqüência cardíaca, VO_2 máx com grande aplicabilidade em atletas e não atletas. Entretanto, nem sempre é possível ter equipamentos e respostas para determinar esses métodos. Alguns estudos têm procurado validar outros índices que possam ser utilizados na avaliação aeróbia, sem envolver coleta de sangue e equipamentos caros (DENADAI, 2000).

O conceito de VC derivou-se da potência critica (PC), possuindo uma terminologia semelhante (HOUSH et al 1999; PEPPER et al 1992, apud FLORENCE; WEIR, 1997). Pesquisas de Monod; Scherer (1965) foram pioneiras. Os autores propuseram um teste para a determinação da PC, determinada pelo coeficiente de regressão linear entre o trabalho realizado em determinado tempo. Moritani et al (1981) aplicaram este teste para a bicicleta ergométrica, e apresentaram evidências de que a intercepção da reta de regressão estava associada com a capacidade anaeróbia, denominado de capacidade de trabalho anaeróbio.

Em estudos de Poole et al (1990), foi determinada a PC no cicloergômetro e verificaram que ela demarcava a potência correspondente ao limiar lactato. Semelhança foi verificada por Overend et al (1992) apud Kokubun (1996) em esteira que denominaram esta intensidade de VC. O seu valor é expresso pela inclinação

da reta de regressão linear entre a distância e o tempo necessário para percorrer essa mesma distância à máxima velocidade. Para encontrá-la é necessário construir-se uma reta de regressão linear entre algumas distâncias fixas, e seus respectivos tempos de execução. Para Hill et al (1995) apud Denadai et al (2003) a determinação da VC, a influência da seleção das cargas (distâncias) ainda não foi apropriadamente estudada. Esse aspecto pode ser particularmente importante quando se utiliza a VC para a prescrição da intensidade do treinamento.

Estudos anteriores têm demonstrado que a VC pode ser um método não invasivo para estimar a resposta do lactato sangüíneo durante o exercício. Segundo estudos de Wakayoshi et al (1992); Housh et al (1991) entre os diferentes métodos não-invasivos utilizados para predizer a resposta do lactato sanguíneo durante o exercício, a PC (para a bicicleta ergométrica ou ergômetro de braço) e a VC (corrida e natação) têm apresentado elevados índices de correlação com a intensidade correspondente a 4mmol/L de lactato sanguíneo e com a performance aeróbia. Denadai (1999), afirma que a velocidade ou potência crítica estão entre os índices fisiológicos mais utilizados para a predição da performance aeróbia. Estudos com jovens fisicamente ativos (atletas-corredores) de Silva et al (2005) demonstraram que a VC pode ser útil na caracterização do domínio de intensidade em que o exercício é realizado, possibilitando sua aplicação na prescrição de treinamento.

Muitas pesquisas surgiram para a dedução de novas fórmulas matemáticas, empregadas para o uso de cálculos com a VC. Recentemente, cientistas da área esportiva, vem se interessando no desenvolvimento de modelos matemáticos para esportes de performance (OLDS et al 1995).

Le Chevalier et al (2000, p 121), apresenta várias fórmulas para o cálculo da VC:

> Em casos gerais (como corrida, ciclismo) Ettema (1966) pressupõe que a inclinação b, da fórmula proposta por Scherrer et al. (1954); Monod e Scherrer (1965) da relação entre a distância e tempo tem a medida de velocidade conhecida como velocidade crítica: Wlim = P tlim = a + b tlim, no qual é próximo do VO2 máx em atletas de elite. Housh et al (1991), descobriu que a interceptação da relação entre velocidade e o inverso de tlim (tempo de exaustão; equivalente a velocidade crítica) não era significantemente diferente da velocidade de corrida correspondente a VO2 máx. Quando calculado tlim entre 3 e 45 minutos, a VC era igual à velocidade de corrida correspondente a 4 mmol l (início de acúmulo de lactato no sangue, OBLA; Le CHEVALIER et al, 1989). Essas correlações entre potência crítica ou velocidade crítica e diferentes índices fisiológicos no ciclismo, corrida e natação são talvez coincidência (VANDEWALLE et al,

> 1997) e não é obvio que a mesma correlação se observe em exercícios que envolvam pequenas quantidades de músculos e no qual leva a exaustão a mesma linha de tlim (tempo de exaustão).

Para Denadai et al (2003), a VC é definida como a mais alta intensidade de exercício que teoricamente pode ser mantida por um longo período de tempo sem exaustão. Seu conceito é baseado na relação hiperbólica entre intensidades pré-determinadas e seus respectivos tempos de exaustão. O conceito de VC, segundo Moritani et al (1981); Housh et al (1991), apud Hill; Ferguson (1999) é ligada para indicar a performance aeróbica, tal como o limiar anaeróbico ou VO_2 máx. Para Billat et al (1999) apud Prampero (1999) a VC é a velocidade que pode ser mantida durante a corrida até o VO_2 máx.

O teste de VC envolve uma série de exaustivas corridas com diferentes velocidades, na qual a relação hiperbólica velocidade/tempo é determinada. (HOUSH et al, 2001). Teoricamente, o teste de VC dá estimativas de dois parâmetros distintos: (1) a velocidade máxima de corrida que é mantida por um período de tempo excedente para reconstrução da energia aeróbica, chamada de VC, e (2) a distância que a corrida utiliza somente o estoque de energia na fonte do músculo, chamada de capacidade anaeróbia de corrida (HILL; FERGUSON, 1999; HOUSH et al, 1991,1992; HUGHSON et al, 1984; PEPPER et al, 1992, apud HOUSH et al, 2001).

Na literatura há dados que comprovam a validação da VC na natação e atletismo, habitualmente correlacionadas com VO_2 máx, OBLA, limiar anaeróbio. Florence; Weir (1997), investigaram um grupo de maratonistas, encontrando uma alta correlação entre VC e a predição da eficiência na performance da maratona. Poole at al (1980,1990) apud Hill; Ferguson, (1999) levantaram a hipótese de que a VC representa o limiar de intensidade acima do VO_2 se aumentasse gradativamente até VO_2 máx. Pesquisas de Hill; Ferguson (1999) com performances de corridas exaustivas, VO_2 máx e tempo de exaustão, demonstraram que a VC representa o limiar de intensidade acima do VO_2 máx obtido durante exercícios com certa duração. Por tanto, os autores concluíram que VC representa o limite superior para manter a potência durante a corrida.

Prampero (1999, p. 163), apresenta deduções de fórmulas que surgiram na corrida:

Lloyd (1966) em seus estudos aplicou a análise proposta por Scherrer e Monod (1960) para trabalhos com recordes em corridas, predizendo a distância percorrida(d) como uma função do recorde de tempo: d = a' + b' te onde a' é a distância percorrida com gasto total da reserva anaeróbica e b' indica a "velocidade crítica", te a velocidade mantida para utilizar o máximo do metabolismo aeróbico, assumindo-se um equação dependente de VO2 máx. Com o passar dos anos, essa fórmula foi corrigida por Wilkie (1980):

d = a / C – (VO2máx / C) (1 – e-te / τ)τ + VO2máx te/ C, sendo utilizada em ouras formas de locomoção no qual C altera consideravelmente com a velocidade, tal como natação ou ciclismo.

Na natação a VC foi adaptada e introduzida por Wakayoshi et al (1992) sendo definido como a máxima velocidade de nado que pode ser sustentada por um longo período de tempo sem o aparecimento da exaustão. Em seu estudo, os pesquisadores encontraram correlação significante entre a *VC* e a velocidade de nado equivalente a 4 mM de lactato. Estudos realizados por Denadai et al (1997) com dois grupos de nadadores treinados de 10 a 12 anos e de 13 a 15 anos, encontraram uma alta correlação entre a VC e a velocidade de limiar anaeróbio (Lan) de 4 $mMol.L^{-1}$

3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Segundo Marconi; Lakatos, (1990), essa pesquisa é caracterizada como transversal descritivo correlacional, sendo as principais finalidades a análise de fatos ou fenômenos ou delineamento, o isolamento de variáveis ou a avaliação de programas. O controle estatístico também caracteriza, fornecendo dados com a finalidade de verificar as hipóteses, empregando artifícios quantitativos na coleta de dados sobre a amostra. Nesse estudo a variável dependente é o OBLA, e as variáveis independentes são o lactato sanguíneo e a VC, utilizados como métodos para predizer o OBLA.

3.2 SUJEITOS

A amostra foi composta por onze atletas de ciclismo treinados, do sexo masculino, com média de idade de 24,36±8,20 anos. Os atletas são federados, praticantes da modalidade em média há 10,27±7,8 anos e participam de competições de nível nacional tanto na modalidade de estrada como de pista, nas categorias Júnior, Sub-23 e Elite, variando conforme idade.

3.3 INSTRUMENTOS

Para a realização dos testes foi utilizada a pista (velódromo) de Curitiba-Pr. A dimensão da pista é de 333,33 metros, feita de cimento. Para não causar desconforto aos avaliados, cada atleta utilizou sua própria bicicleta e equipamentos, não sendo permitido o uso de guidon aerodinâmico (clipe). Para a marcação dos tempos, usou-se cronômetro Timex. A coleta de lactato foi feita com os seguintes instrumentos: lactimetro Accutred Lactate, tiras teste reativas para determinação de lactato em sangue e lancetas descartáveis. A velocidade crítica foi calculada através da planilha do Excel (Microsoft Corp.).

3.3 PROCEDIMENTOS

A coleta de dados foi feita em quatro etapas, todas acessadas na pista (velódromo). Os atletas foram orientados a não realizar treinos exaustivos no dia anterior ao teste, sendo os testes realizados em dias diferentes, com no mínimo 24 horas de intervalo entre as sessões. Cada indivíduo percorreu sozinho as distâncias realizando tiros máximos para as performances. A transmissão é fixa, ou seja, a marcha será única e ficará à critério do atleta escolhê-la, utilizando esta transmissão em todos os testes, de forma que os atletas utilizem uma cadência de pedaladas que seja favorável a realização da performance. Na primeira e segunda etapa coletou-se o tempo total do teste de 3.000m e 10.000m. Com os tempos, distâncias e velocidades necessários para o cálculo da velocidade crítica (VC), determinou-se VC individual e a performance de 40 km pode ser testado para correlacionar as variáveis, finalizando a terceira etapa. A quarta e última etapa foi a coleta de amostras de sangue para indicar o valor do lactato.

3.3.1 Determinação da Velocidade Crítica

Para a determinação da VC foi utilizado um protocolo de duas performances máximas nas distâncias de 3.000m (9 voltas) e 10.000m (30 voltas), anotando-se os respectivos tempos. O procedimento utilizado nos dois testes foi o mesmo. Antes de cada teste, os avaliados realizaram um aquecimento por dez minutos. A quantidade de voltas realizadas era informada aos atletas a cada passagem.

Para o cálculo da velocidade crítica foram utilizados os tempos em segundos, obtidos pelos atletas nos testes de 3.000 e 10.000 metros. A fórmula utilizada para o cálculo da velocidade crítica foi inserida em uma planilha do Excel (Microsoft Corp.) juntamente com os tempos, resultando a *VC* em m/s. Esses resultados proporcionaram um gráfico onde a relação entre a distância percorrida em metros e o tempo decorrido em segundos expressa os dados coletados, através da inclinação da reta que liga os pontos utilizados para o cálculo da velocidade crítica.

3.3.2 Determinação da Performance de 40 Km

O objetivo desse teste foi analisar a utilização da velocidade crítica para predição do resultado do contra relógio de 40 km. A distância escolhida tem como propósito verificar o máximo desempenho dos atletas, sendo a mesma distância utilizada em provas de contra-relógio e de meio fundo nas provas de pista.

O teste foi realizado na pista (velódromo), totalizando o percurso em 120 voltas (40km). Os atletas eram informados de sua VC individual e desafiados a manter a velocidade proposta, podendo aumentá-la se fossem capazes ou reduzi-las se incapazes. Os procedimentos para a realização desse teste foram os mesmos usados para os testes de 3.000m e 10.000m.

3.3.3 Determinação do Início de Acúmulo de Lactato

O OBLA foi determinado através de dois testes de 5.000m (15 voltas). Na primeira sessão os atletas mantiveram velocidades constantes entre 65% a 70% da velocidade média alcançada na VC individual. Posteriormente, a segunda sessão começou com 95% da VC até atingir 100% da VC individual. Ao final de cada estágio houve uma pausa de dez minutos, sendo sete minutos para que fossem coletados amostras de sangue do dedo anelar e o restante do tempo em recuperação ativa de baixa intensidade. A amostra de sangue foi coletada após um, três, cinco e sete minutos. O OBLA foi determinado por interpolação entre as velocidades (m/s) e a concentração de lactato.

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para o tratamento dos dados estatísticos, foi utilizado teste T para dados pareados para comparação da VC e OBLA e a relação entre elas foi determinado pela correlação de Pearson com significância de $P< 0,05$.

4 RESULTADOS

A tabela 1 apresenta os valores obtidos nas performances máximas individuais, médias e desvio padrão das distâncias 3.000m e 10.000m, sendo o tempo dado em segundos. Constatou-se que a diferença média entre a VC calculada e a VC obtida pelos avaliados não foi significante, apenas p=0,849, encontrando-se significativa correlação r=0,851, P=0,01. O resultado do cálculo da VC encontrado para cada sujeito e o atingido no contra relógio de 40 km pode ser visualizado na tabela 1:

Tabela 1 – Dados individuais e médias das performances máximas 3.000m e 10.000m e *VC* (km/h) calculada e obtida nos 40 km.

Sujeitos	3.000m (s)	10.000m (s)	Velocidade Crítica (km/h)	Velocidade média nos 40 km (km/h)
1	266,00	941,00	37,33	37,00
2	280,00	950,00	37,61	36,00
3	245,00	881,00	39,62	41,03
4	250,00	909,00	38,24	40,00
5	244,00	837,00	42,5	42,00
6	257,00	910,00	38,59	38,59
7	241,00	967,00	40,26	40,57
8	249,00	879,00	40	40,00
9	252,00	919,00	37,78	38,60
10	244,00	900,00	38,41	38,50
11	265,00	936,00	37,56	36,00
MÉDIA	253,91±12,02	911,73±37,10	38,9±1,56	38,94±2

(p= 0,849; r = 0,851) nível de significância P= 0,01

Na tabela 2 são apresentados os resultados da concentração de lactato sangüíneo nas intensidades de 65% a 70% da VC e 95% a 100% da VC, calculados através do valor da VC individual, realizados na distância máxima de 5.000m. Os valores médios obtidos pelos avaliados na intensidade de 65% a 70% da VC e 95% a 100% da VC não apresentaram diferença significativa com o valor do limiar aeróbio (2mmol/L), p= 0,908, e OBLA (4mmol/L), p=0,217, respectivamente. Na primeira coleta apresentou-se alta correlação (r=0,923, P=0,01) e na segunda não houve correlação com o OBLA.

Os valores médios e individuais obtidos na coleta de lactato sanguíneo (mmol/L) nas intensidades de 65% a 70% da VC e 95% a 100% da VC, podem ser visualizados na tabela 2:

Tabela 2 – Valores médios e individuais do lactato encontrados a partir de 65 a 70% da VC e 95 a 100% da VC.

Sujeitos	65-70% da VC (km/h)	Lactato sanguíneo-mmol/L	95-100% da VC (km/h)	Lactato sanguíneo-mmol/L
1	27,11	1,8	40,36	4,8
2	26,55	1,9	36,81	6,7
3	28,85	2	40,60	3,1
4	26,46	2,1	39,68	5,6
5	32,89	2	41,32	4,5
6	26,67	2	38,38	4,2
7	27,65	1,9	38,79	3,7
8	27,78	1,8	39,22	3,9
9	25,79	1,9	38,05	3,7
10	28,66	1,8	38,79	4,3
11	25,97	2,7	36,96	3,9
Médias		1,99±0,25*		4,4±1,01**

(* p=0,908; r =0,923; P=0,01) (** p=0,217)

5 DISCUSSÃO

A VC é definida como a mais alta intensidade de exercício que teoricamente pode ser mantida por um longo período de tempo sem exaustão (DENADAI et al 2003). Os atletas de ciclismo mostraram ser capazes de manter a VC individual na distância de 40 km. O valor médio calculado da VC foi 38,9±1,56 km/h e o atingido 38,94±2 km/h. Os dados do teste com ciclistas demonstraram ser altamente seguros para predição de performance do contra relógio de 40km e prescrição de treinamento aeróbico, por apresentar alta correlação entre VC (65% a 70%) e 2mmol/L. O OBLA (4mmol/L) não apresentou correlação com a média de concentração de lactato sanguínea encontrada na VC entre 95% a 100%, apesar de não apresentar diferenças significativas. Esse resultado poderia ser diferente se a estatística fosse realizada com o limiar individual dos ciclistas. Dados de Balikian; Denadai, (1996), Coyle, (1991); Miller et al (1987); Smith et al (1999) apud Caputo et al (2001), confirmam que no ciclismo, tem-se uma maior correlação da resposta do lactato sanguíneo à 4mmol/L do que o VO2max, com a performance em provas contra-relógio, que vão de 17 km (+ 25 min) até 40 km (50 - 60 min).

As distâncias escolhidas, 3.000m e 10.000m, para que fosse determinada a VC através de uma reta de regressão linear entre a distância/tempo (OVEREND et al 1992 apud KOKUBUN, 1996), tiveram tempo médio de 253,91±12,02 segundos e 911,73±37,10 segundos, respectivamente, mantendo o tempo de exaustão (tlim) dentro do proposto por Le Chevalier et al (1989 apud Le CHEVALIER et al 2000) entre 3 e 45 minutos, onde a VC era igual à velocidade de corrida, correspondente à 4mmol/L (OBLA). A verificação da concentração de lactato sanguíneo foi realizada com distância fixa de 5.000m, variando a intensidade da VC individual em que era realizado o esforço, mantendo o tempo de exaustão dentro do proposto por vários autores. De acordo com Kindermann et al (1980), apud Amann (2004) um esforço de três minutos é suficiente para atingir o limiar de lactato. Padilla et al (1999), apud Lucía et al (2001), preferem protocolos com duração acima de 4 minutos para obter o nível de lactato sanguíneo com intensidade de exercício à 4 mmol/L (OBLA). Estudo de Caputo et al (2001) acredita que em exercícios máximos que durem acima de 15 minutos, a capacidade aeróbica tem um papel decisivo com a resposta do lactato apresentando elevadas correlações com a performance.

O limiar de lactato e o OBLA têm sido muito utilizados para a predição de performance aeróbia no ciclismo (PADILLA et al 2001; SJODIN et al 1982 apud FARIA et al 2005; COYLE et al 1988, 1991 apud WELTMAN, 1995), e a VC está correlacionada com estes indicadores. A realização diária ou semanal de monitoração da concentração sanguíneo de lactato não é prática e extremamente dispendiosa (FOSS; KETEYIAN, 2000). A VC demonstrou ser muito eficaz como um teste de predição e prescrição de treinamento, sendo considerável simples, barato e aplicável a grandes grupos. Segundo Weineck (2003) um teste de desempenho é considerado econômico quando for exeqüível num curto espaço de tempo, requer poucos materiais e aparelhagens, for simples e de fácil utilização, puder ser empregado em avaliações em grupo, rápido e com baixos custos.

Estudos de Padilla et al (2000), com ciclismo, validaram o OBLA (4mmol/L) como a intensidade máxima que pode ser mantida por uma hora, com valores mensurados de OBLA 3 e 5 minutos depois do teste. Em mulheres ciclistas que realizaram testes em laboratório para predizer performance, relatou-se que o Dmáx limiar de lactato e o OBLA são as variáveis mais confiáveis como padrão de potência produzida em uma hora (BISHOP et al 2000; JENKINS et al 2000 apud BENTLEY et al 2001). Alguns ciclistas permanecem no OBLA por 80 minutos (PADILLA et al 2001 apud FARIA et al 2005). Seu conceito (VC) muitas vezes é ligado para indicar performance aeróbica (MORITANI et al 1981; HOUSH et al 1991 apud HILL; FERGUSON, 1999). Estudos de Silva et al (2005) relatam o uso da VC na prescrição de intensidade de treinamento.

A VC calculada através das distâncias das performances máximas de 3.000m e 10.000m determinam a velocidade do OBLA para o grupo de atletas testados, bem como a utilização da porcentagem da VC pôde determinar o limiar de lactato e do OBLA. O resultado encontrado no valor médio de concentração de lactato sanguíneo para a VC entre 65% a 70% foi 1,99±0,25 mmol/L, valor significativo e próximo ao limiar de lactato de 2 mmol/L (WILMORE; COSTILL, 1999; FAY et al 1989 apud WELTMAN, 1995), indicando o início do trabalho da capacidade aeróbica. Esse resultado mostrou-se altamente confiável. O limiar de lactato é um indicador sensível do estado do treinamento aeróbico, além de orientar a intensidade do exercício, dentre outras várias funções importantes (FOSS; KETEYIAN, 2000; MCARDLE et al 2003; WELTMAN, 1995). Os resultados apontam para a utilização de percentuais da

VC para prescrever as intensidades de treino, com limiar de lactato entre 65% à 70% da VC individual.

O valor médio de concentração de lactato sanguíneo encontrado para a VC entre 95% a 100% foi de 4,4±1,01 mmol/L, resultado próximo ao limite de produção e remoção de lactato sanguíneo - 4 mmol/L – e do esforço aeróbico próximo ao OBLA (SEIP et al 1991; YOSHIDA et al 1987 apud McARDLE et al 2003; SJODIN; JACOBS, 1981 apud BENTLEY et al 2001; McARDLE et al 2003; FOSS; KETEYIAN, 2000). Esse resultado não apresentou diferença p = 0,217, sendo positivo esse dado, mas não houve correlação com o OBLA. O método utilizado não se correlacionou com a média de concentração de lactato obtida pelos atletas, isso se deu pelo motivo dos atletas apresentarem pontos diferentes de produção e remoção de lactato sanguíneo. A literatura justifica que atletas possuem pontos diferentes de tolerância de lactato. Foss; Keteyian (2000), mostram a identificação do limiar do lactato entre corredores com diferentes níveis de aptidão física. Observou-se que em cada corredor a concentração de lactato sanguínea ocorria em um ponto diferente, variando entre 3 a 5 mmol/L. O limiar anaeróbio individual (IAT), protocolo proposto por Stegmann et al, (1981) apud Figueia; Denadai (2004), leva em consideração a cinética individual de lactato, utilizando concentrações fixas de lactato.

Alguns atletas apresentaram valores de concentração de lactato sanguíneo acima ou abaixo de 4mmol/L (OBLA), isso pode ter ocorrido devido ao tipo de treinamento que estava sendo executado no período de avaliações. É sabido que o recrutamento de diferentes fibras musculares interferem no valor da concentração de lactato sanguíneo. O tipo de fibra muscular, a densidade capilar, o tamanho e o número de mitocôndrias e as concentrações enzimáticas desempenham papéis significativos no estabelecimento do percentual de capacidade aeróbica que pode ser mantido sem acúmulo de lactato (FOSS; KETEYIAN, 2000; SJODIN; JACOBS, 1981 apud WELTMAN, 1995; COGGAN et al 1992; HOLLOSZY et al 1984 apud MCARDLE et al 2003; WELTMAN, 1995). Estudos de Bishop et al (2000), com performance de uma hora, com mulheres ciclistas, concluíram que longas fibras do Tipo II podem prejudicar a performance de resistência, possivelmente o resultado de grande produção e/ ou redução de remoção do lactato das longas fibras glicolíticas do tipo II. O lactato plasmático demonstra forte correlação com o diâmetro da fibra do tipo II, e também está fortemente correlacionado com a performance de uma

hora. As fibras de contração lenta favorecem a conversão de lactato para piruvato e as fibras de contração rápida favorecem a conversão de piruvato em lactato (MCARDLE et al 2003). Atletas treinados de endurance possuem densidade capilar, tamanho e número das mitocôndrias aumentadas devido ao treinamento aeróbico, permitindo altos ritmos de renovação de lactato. Essa resposta ao treinamento não costuma ser deteriorada pelo envelhecimento (MCARDLE et al 2003).

Esses resultados vão a contraposição aos estudos de Wakayoshi et al (1992); Housh et al (1991) que apresentaram índices elevados de correlação com a intensidade correspondente a 4mmol/L de lactato sanguíneo e VC. A alta correlação entre VC e a concentração de lactato de 4mmol/L também é evidente nos estudos de Denadai (1997) com crianças que são nadadoras. Isso deve ter ocorrido pela diferença do nível de treinamento dos atletas usados nos trabalhos de natação e de ciclismo.

6 CONCLUSÃO

O ciclismo é um esporte que vem sofrendo grandes modificações na forma de prescrição, controle de treinamento e predição de performance, necessitando constantemente de avaliações. A VC tem se mostrado um método muito eficiente e tem substituído com vantagens a utilização da outras metodologias com a natação e corrida, e agora com o ciclismo.

Considerando as características do presente estudo, os resultados demonstram que a velocidade crítica é um ótimo preditor de performance em provas contra relógio de 40km. Além disso, a VC é uma excelente forma de prescrição de treinamento aeróbio, com intensidade entre 65% a 70% da VC, pois apresentou uma elevada correlação com 2mmol/L e diferença insignificante com o valor padrão utilizado (2mmol/L). Na intensidade entre 95% a 100% da VC, a média de concentração de lactato sanguínea dos atletas não apresentou correlação com o OBLA, apesar de não apresentar diferença significativa com 4mmol/L. Sugere-se então, que sejam realizados novos estudos com o limiar individual (OBLA – 4mmol/L) e VC no ciclismo para encontrar correlação com o OBLA. A VC, além de ser a melhor forma de predição, avaliação e prescrição de treinamento, resultados encontrados neste estudo, mostrou-se um método eficaz e não invasivo, simples e prático, aplicável a grandes grupos e de baixo custo.

REFERÊNCIAS

ALGARRA, J.L.; GORROTXATEGI, A. **Ciclismo total – la formación del ciclista.** 1ºed. España: Gymnos, vol II, 1996.

ALVES, A.C. **Ciclismo: técnica moderna – história – treinos**. São Paulo: Brasipal, 1982.

AMANN,M.; SUBUDHI,A.; FOSTER,C. **Influence of testing protocol on ventilatory thresholds and cycling performance**. Med. Sci. Sports Exerc., vol.36, nº4, p.613-622, 2004.

AMANN,M.; SUBUDHI,A.; FOSTER,C. **Predictive validity of ventilatory and lactate thresholds for cycling time trial performance.** Scand J Med Sci Sports, vol. 16, p. 27–34, 2006:

BALIKIAN, P.J.; DENADAI, B.S. **Aplicações do limiar anaeróbio determinado em teste de campo para o ciclismo: comparação com valores obtidos em laboratório.** Motriz, v.2, p.26-32, 1996.

BENTLEY, D. J.; MCNAUGHTON, L R.; THOMPSON, D.; VLECK, V. E.; BAITERHAM, A. M. **Peak power output the lactate threshoid and time trial performance in cyclists**. Med. Sci. Sports Exerc, vol.33, nº.12, p.2077-2081, 2001.

BISHOP, D.; JENKINS, D.G.; MCENIERY, M.; CAREY, M. F. **Relationship between plasma lactate parameters and muscle characteristics in female cyclists**. Med. Sci. Sports Exerc., vol.32, nº.3, p. 1088–1093, 2000.

BURKE, E.R. **Serious cycling**. 2nd ed. United States of America: Human Kinetics, 2002.

CAPUTO, F., de LUCAS, R. D., MANCINI, E., DENADAI, B.S. **Comparação de diferentes índices obtidos em testes de campo para predição da performance aeróbia de curta duração no ciclismo**. Rev. Bras. Ciên. e Mov. vol.9, nº4, p.13-17, 2001.

CHICHARRO, J.L.; ARCE, J.C.L. **Umbral anaeróbio: bases fisiológicas y aplicacion**. Madrid: McGraw-Hill, Interamericana, 1991.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE CICLISMO. Capítulo IV - provas individuais contra o relógio. **Regulamento UCI traduzido**
Disponível em:
http://www.cbc.esp.br/regulamento/estrada/capítulo_4.htm.
Acesso em:27 maio 2006.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE CICLISMO. Capítulo VI - provas em pista. **Regulamento UCI traduzido**
Disponível em:
http://www.cbc.esp.br/regulamento/pista/capítulo_6.htm.
Acesso em:28 agosto 2006.

COUBERTIN, de P. **Olympism, selected writings**. International Olympic Committee, Lausanne, 2000.

CRAIG, N.P.; NORTON, K.I. **Characteristics of track cycling**. Sports Med, v.31, nº7, p.457-468, 2001

DENADAI B.S; GRECO C.C; DONEGA M.R. **Comparação entre a velocidade de limiar anaeróbio e a velocidade crítica em nadadores com idade de 10 a 15 anos**. Revista Paulisa de Educação Física, vol. 11, p. 128-33, 1997

DENADAI, B.S.; GRECO, C.C.; PELLEGRINOTTI, I.L.; FREITAS, B. del. A.; GOMIDE, E. **Limiar anaeróbio e velocidade crítica determinada com diferentes distâncias em nadadores de 10 a 15 anos: relações com a *performance* e a resposta do lactato sanguíneo em testes de *endurance.*** Rev Bras Med Esporte, vol. 9, Nº 1 – Jan/Fev, 2003.

DENADAI, B.S. **Avaliação aeróbia: Determinação indireta da resposta do lactato sanguíneo**. Rio Claro: Motrix, 2000.

DENADAI, B.S. **Índices fisiológicos de avaliação aeróbia: Conceitos e aplicações**. Ribeirão Preto, SP: BSD, 1999.

DENADAI, B.S.; ORTIZ, M.J.; STELLA,S.;MELLO,M.T. **Validade da velocidade crítica para a determinação dos efeitos do treinamento no limiar anaeróbio em corredores de endurance.** Revista Portuguesa de Ciências do Desporto, vol. 3, nº 1, 2003.

FARIA, E.W.; PARKER, D.L.; FARIA, I.E. **The science of cycling: physiology and training – Part 1.** Sports Med; V.35, nº(4), p. 285-312, 2005.

FARIA, E.W.; PARKER, D.L.; FARIA, I.E. **The science of cycling: factors affecting performance – Part 2.** Sports Med; V.35, nº(4), p. 313-337, 2005.

FIGUEIRA, T. R., DENADAI, B. S. **Relações entre o limiar anaeróbio, limiar anaeróbio individual e máxima fase estável de lactato em ciclistas**. R. bras. Ci e Mov.; V.12, nº(2), p. 91-95, 2004.

FIORIN, D.; VEDANA, F. **Tecnica e tattica ciclistica**: suggerimenti, esercizi e tabelle per andare forte e bene in bicicleta. Cesena: Elika, 1998

FLORENCE, S.; WEIR, J.P. **Relationship of critical velocity to marathon running performance.** European Journal of Applied Physiology, vol75, p. 274, 1997.

FOSS, M.L.; KETEYIAN, S.J. **Fox: Bases fisiológicas do esporte e do exercício**. Rio de Janeiro: Guanabara koregan, 2000.

HILL, D.W.; FERGUSON, C.S. **A physiological description of critical velocity.** European Journal of Applied Physiology, vol79, p.290-293, 1999.

HOUSH, T.J.;CRAMER, J.T.; BULL, A.J.; JOHNSON, G.O.; HOUSH, D.J. **The effect of mathematical modeling on critical velocity**. European Journal of Applied Physiology, vol84, p.459-475, 2001.

JASSEN, P. **Lactate threshold training**. Human kinetics,2001.

JEUKENDRUP, A.E.; MARTIN, J. **Improving Cycling Performance:** how should we spend our time and money. Sports Méd, vol31, nº7, p.559-569, 2001.

KOKUBUN, E. **Velocidade crítica como estimador do limiar anaeróbio na natação.** CDD. 20.ed. 612.044, 1996.

Le CHEVALIER, J. M.; VANDEWALLE, H.; THÉPAUT-MATHIEU, C.; STEIN, J. F.; CAPLAN, L. **Local critical power is an index of local endurance**. European Journal of Applied Physiology, vol81, p.120-127, 2000.

LUCÍA, A; HOYOS, J; CHICHARRO, J.L. **Physiology of professional road cycling.** Sports Med; vol31, nº5, p.325-337, 2001.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Técnicas de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 1990.

MCARDLE, D. W.; KATCH, I, F.; KATCH, L.V. **Fisiologia do exercício** – energia, nutrição e desempenho humano. Guanabara Koogan, 5º ed, 2003.

MONOD, H.; SCERRER, J. **The work capacity of synergic muscle groups**. Ergonomics,v. 8 ,1965.

MORITANI, T.; NAGATA, A.; DEVRIES, H.A.; MURO, M. **Critical power as ameasure of physical work capacity and anaerobic threshold.** Ergonomics, v.24,1981.

OLDS, T. S.; NORTON, K. I.; LOWE, E. L. A.; OLIVE, S.; REAY, F.; LY, S. **Modeling road-cycling performance**. Journal of Applied Physiology, v.78(4), p. 1596- 1611,1995.

OLIVEIRA, A. P. de **Radiografia dos velódromos.** In: VO2max. São Paulo, nº 4, p.26-32, jan. 2006. p.26-32.

ORTÍN, P. M.; GAUANGO, S. Deporte: ciclismo. In: **Artel – 10, arte, música y deporte- guia de estudio**. V.07.Barcelona: RBA, 1994. p.349-350.

PADILLA, S.; MUJIKA,I; ANGULO,F.; GOIRIENA.J.J. **Scientific approach to the 1-h cycling world record: a case study**. Journal of Applied Physiology, V.89, p.1522–1527, 2000.

PRAMPERO P.E. di. **The concept of critical velocity: a brief analysis.** European Journal of Applied Physiology, v.80, p. 162-164, 1999.

POOLE, D.C.; WARD, S.A.; WHIPP, B.J. **The effects of training on the metabolic and respiratory profile of high-intensity cycle ergometer exercise.** European Journal of Applied Physiology, v.59, p.421-9, 1990.

SILVA, L.G. da M., PACHECO, M.E., CAMPBELL, C.S.G., BALDISSERA, V., SIMÕES, H.G. **Comparação entre protocolos diretos e indiretos de avaliação da aptidão aeróbia em indivíduos fisicamente ativos**. Rev Bras Med Esporte, vol.11, nº4, p.219-223, jul./ago. 2005.

SANTO, G.E. do . Ciclismo. COSTA, L.P.da. In: **Atlas do esporte no Brasil:Atlas do esporte, educação física e atividade física de saúde e lazer no Brasil.** Rio de Janeiro: Shape, p. 289 – 291, 2005.

WAKAYOSHI K; ILKUTA K; YOSHIDA T; UDO M; MORITANI T; MUTOH Y. **Determination and validity of critical velocity as an index of swimming performance in the competitive swimmer**. European Journal of Applied Physiology, v64, p. 153-7, 1992.

WEINECK, J. **Treinamento ideal.** 9º ed. São Paulo: Manole, 2003.

WELTMAN, A. **The blood lactate response to exercise**. Champaign, Human Kinetics, 1995.

WILMORE, J.H.;COSTILL, D.L. **Physiology of sport and exercise**. 2º ed. United States: Human Kinetics, 1999.