

FABIO BRONZE MORERIA

**MODELO DE POTÊNCIA CRÍTICA COMO PREDITOR DE *PERFORMANCE* NA
NATAÇÃO.**

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.

**ORIENTADORA: SUZANE DE OLIVEIRA
CO-ORIENTADOR: VITOR BERTOLI NASCIMENTO**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha orientadora Suzane pelas horas de atenção para ajudar nas minhas dúvidas sobre a pesquisa.

Agradeço também a um amigo, Vitor, que colaborou muito para o crescimento deste trabalho.

Ao casal de amigos Mauricio e Mirela por contribuírem com a pesquisa.

A equipe de triathlon Catta Preta Sports (Calvetti) e seus atletas por realizarem os testes com muita dedicação.

Minha família por sempre me apoiar em tudo.

Aos professores e amigos de curso por passar quatro ótimos anos de muito aprendizado profissional e pessoal ao lado deles.

SUMÁRIO

Lista de tabelas	iv
Lista de abreviações	v
Resumo	vi
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVO GERAL	3
1.1.1 Objetivos específicos	3
1.2 HIPÓTESES	3
1.3 DEFINIÇÃO DE TERMOS	5
2 REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1 NATAÇÃO	7
2.1.1 Princípios aquáticos	8
2.1.2 Os quatro estilos	10
2.1.3 Fisiologia do exercício aplicada à natação	12
2.1.3.1 Modificações fisiológicas no organismo em meio aquático	12
2.1.3.2 Metabolismo aeróbio e anaeróbio na natação	14
2.2 PREDITORES DA <i>PERFORMANCE</i>	15
2.2.1 Consumo máximo de oxigênio	16
2.2.2 Economia de movimento	18
2.2.3 Limiar anaeróbio	19
2.3 MODELO DE POTÊNCIA CRÍTICA	20
3 METODOLOGIA	24
3.1 PLANEJAMENTO DA PESQUISA	24
3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA	24
3.3 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS	25
3.3.1 Determinação da velocidade crítica	25
3.3.2 Predição da <i>performance</i>	26
3.4 TRATAMENTO DOS DADOS E ANÁLISE ESTATÍSTICA	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5 CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS	36

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.	Combinações das distâncias de VC e CTA.....	25
TABELA 2.	Combinações das distâncias de VC e CTA.....	26
TABELA 3.	Resultados dos valores reais dos 400, 600, 800 e 1500m da natação, valores de VC e de CTA, e valores preditivos de 1500m.....	28
TABELA 4.	Valor de VC e de CTA, e valor preditivo de 1500m.....	29
TABELA 5.	Resultados do teste de Kolmogorov-Smirnov para a normalidade dos dados.....	29

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1.	Resultados da correlação de <i>Pearson</i> entre os tempos preditos e o real.....	30
QUADRO 2.	Resultados da correlação de <i>Pearson</i> entre os tempos preditos e o real.....	31
QUADRO 3.	Resultados da correlação de <i>Pearson</i> entre VC e o tempo real.....	32
QUADRO 4.	Resultados da correlação de <i>Pearson</i> entre CTA e o tempo real.....	32
QUADRO 5.	Resultados da correlação de <i>Pearson</i> entre CTA e o tempo real.....	33

LISTA DE ABREVIações

ATP: Adenosina Tri-Fosfato.

CTA: Capacidade de Trabalho Anaeróbio.

CP: Fosfocreatina.

EM: Economia de Movimento.

FINA: Federação Internacional de NataçãO.

OBLA: ConcentraçãO Fixa de Lactato (Onset Blood Lactate Accumulation).

LAN: Limiar Anaeróbico.

m/s: Metros por segundo.

mm: Milímetro.

mmHg: Milímetro de Mercúrio.

mM: Mili Mole.

MPC: Modelo de Potência Crítica.

PC: Potência Crítica.

VC: Velocidade Crítica.

VO_{2máx}: Consumo Máximo de Oxigênio.

°C: Graus Celsius.

RESUMO

MODELO DE POTÊNCIA CRÍTICA COMO PREDITOR DE *PERFORMANCE* NA NATAÇÃO.

Um método que vem sendo muito utilizado para avaliar a capacidade aeróbia é o da velocidade crítica (VC) por ser prático e aplicável em um grande número de pessoas. Ele deriva do Modelo de Potência Crítica (MPC) inicialmente proposto por Monod e Scherrer (1965). A VC seria um índice do trabalho aeróbico que teoricamente pode ser mantido por um longo período de tempo sem sofrer exaustão. Com o valor da VC é possível prever tempo para distâncias conhecidas. O objetivo do estudo foi verificar se o MPC é um eficaz preditor de *performance* na natação em uma prova de 1500m. Para isto onze atletas de triathlon olímpico, que regularmente competem nesta distância, realizaram três *performances* máximas em diferentes distâncias (400, 600 e 800 metros) para obter os valores de VC com diferentes combinações destas distâncias, e uma *performance* máxima na distância de 1500 metros para obter o valor real da prova. Com os valores de VC foram previstos os tempos destes atletas para a prova de 1500m, num total de quatro previsões. Em todas as combinações houve uma alta correlação do tempo previsto com o tempo real de prova. Comparando as previsões, não houve diferenças significativas entre elas. A maior correlação ocorreu com a combinação das distâncias de 400 e 800m com um $r = 0,984$. A própria VC obteve uma alta correlação com a *performance*, com um $r = 0,971$, também na combinação de 400 e 800m ($pred_4$). De acordo com esta pesquisa poderemos concluir que o MPC pode ser considerado um ótimo preditor da *performance*, e as distâncias de 400, 600 e 800 metros são medidas que podem ser utilizadas para prever uma prova de 1500m na natação.

Palavras chaves: Modelo de Potência Crítica, Velocidade Crítica, Natação.

1 INTRODUÇÃO

Com a evolução científica em torno do treinamento desportivo, a prescrição do mesmo deve estar atualizada para gerar melhores resultados. Hoje as variáveis fisiológicas mais freqüentemente estudadas são: o Consumo Máximo de Oxigênio $VO_{2máx}$, Economia de Movimento (EM) e Limiar Anaeróbio (LAN) (DENADAI, 1996).

Segundo Denadai (1996), muitos autores estão obtendo sucesso na identificação das variáveis fisiológicas capazes de prever a *performance* em atividades onde a produção de energia ocorre predominantemente através do metabolismo aeróbio. Porém, os métodos para identificação das mesmas não são facilmente utilizados devido ao alto custo de aplicação e dificuldade de coleta (DENADAI, 2003), principalmente na natação.

Alguns estudos têm procurado validar índices que possam ser utilizados na avaliação aeróbia com métodos simples e de baixo custo, sem envolver coleta de sangue e equipamentos caros (DENADAI, 2003). A velocidade crítica (VC) tem sido um dos métodos indiretos utilizados para essa análise por ser um método prático e aplicável em um grande número de atletas (MELLO e FRANCHINI, 2005).

O teste de potência crítica (de onde deriva o termo velocidade crítica) é um teste que fornece e estima dois importantes parâmetros que caracterizam o desempenho: a capacidade de trabalho anaeróbio (CTA) e a potência crítica (PC).

O conceito de PC foi inicialmente proposto por Monod e Scherrer (1965) para grupos musculares sinergistas, sendo posteriormente estendido para grandes grupos musculares (como no caso do ciclismo). Na natação, assim como na corrida,

alguns autores utilizaram a metodologia da PC com o termo de velocidade crítica (GRECO, 2000).

Greco (2005) define VC como sendo um índice do trabalho aeróbico, que na teoria pode ser mantido durante um longo período de tempo sem sofrer exaustão. Especialmente para a natação e a corrida, a VC pode ser definida como o declínio da relação distância-tempo. Sabe-se também que a VC pode funcionar como um preditor da *performance*, tanto na natação, como na corrida (GRECO, 2005).

Segundo Cachel (2006), a VC “é um método que tem se mostrado vantajoso em relação a outros testes não invasivos”. Estudos demonstraram que a VC é um método prático e aplicável em um grande número de atletas para avaliar a evolução da capacidade aeróbia e para direcionar a aplicação de cargas na prescrição do treinamento da natação. Estudos mostram que a velocidade crítica tem um alto grau de correlação com o limiar anaeróbio (SMITH 2001; TURMINA, 2006).

Para Morton (1996), a VC pode ser estimada de acordo com as distâncias utilizadas em seu teste. Para que a VC não seja subestimada ou superestimada e prejudique o atleta e seu técnico na montagem de treinos e determinação no ritmo de séries e provas, as distâncias devem ser bem estabelecidas. Com os valores de VC é possível prever tempo para distâncias conhecidas, como os 1500 metros de um triathlon olímpico.

Outros métodos são capazes de prever a *performance*, mas podem ser de alto custo e métodos invasivos, sendo de difíceis acesso a uma grande amostra. Dessa maneira, poderá o Modelo de Potência Crítica prever a *performance* de atletas através de uma forma simplificada e eficiente?

1.1 OBJETIVO GERAL

- Verificar o modelo de potência crítica como um eficaz preditor de *performance* na natação em uma prova de 1500 metros.

1.1.1 Objetivos específicos

- Verificar a relação entre as diferentes previsões de tempo, determinadas pelo Modelo de Potência Crítica (MPC), e a *performance* na natação em uma prova de 1500 metros.
- Definir as distâncias que melhor predizem a *performance* numa prova de 1500m na natação.
- Verificar a relação da VC e CTA com o tempo real de uma prova de 1500m na natação.

1.2 HIPÓTESES

H₁. O tempo predito pelo Modelo de Potência Crítica apresenta relação com o tempo real e pode predizer com eficácia o mesmo.

H₂. O tempo predito pelo Modelo de Potência Crítica não apresenta relação com o tempo real e não prediz com eficácia o mesmo.

H₃. As distâncias de 400, 600 e 800 metros predizem a *performance* em uma prova de 1500 metros de natação através do Modelo de Potência Crítica.

H₄. As distâncias de 400, 600 e 800 metros não predizem a *performance* em uma prova de 1500 metros de natação através do Modelo de Potência Crítica.

H₅. A VC e o CTA apresentam relação com o tempo real de uma prova de 1500m na natação.

H₆. A VC e o CTA não apresentam relação com o tempo real de uma prova de 1500m na natação.

1.3 DEFINIÇÃO DE TERMOS

Aldosterona: é um hormônio esteróide (da família dos mineralocorticóides) sintetizado na zona glomerulosa do córtex das glândulas supra-renais. Faz regulação do balanço de sódio e potássio no sangue.

ATP: é um nucleotídeo responsável pelo armazenamento de energia em suas ligações químicas.

Endurance: atividade física capaz de ser realizada em uma intensidade submáxima por um tempo mais ou menos prolongado, sem haver variações significativas no sistema cardiorrespiratório.

Hígido: saudável; são.

Homeostático: (homeo = igual; stasis = ficar parado) é a propriedade de um sistema aberto, seres vivos especialmente, de regular o seu ambiente interno de modo a manter uma condição estável, mediante múltiplos ajustes de equilíbrio dinâmico controlados por mecanismos de regulação interrelacionados.

Práticas: o que habitualmente se pratica; uso; prática; rotina.

Pressóricos: referente à pressão sanguínea.

Renina: é uma enzima circulante liberada pelas células justaglomerulares dos rins em resposta a um baixo volume de sangue ou concentração plasmática diminuída de NaCl, mediada através da rápida liberação de prostaglandinas.

Sinergias: ato ou esforço simultâneo na realização de uma função.

Steady state: estado de equilíbrio.

Vasopressina: hormônio que é secretado quando o corpo está com pouca água; fazendo com que os rins conservem a água, concentrando e reduzindo o volume da urina. Este hormônio aumenta a pressão sanguínea ao induzir uma vasoconstrição moderada sobre as arteríolas do corpo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 NATAÇÃO

A natação é uma atividade física realizada no meio aquático, considerada habilidade porque o homem necessita aprender a nadar.

Segundo Farias (1983), “nadar é um ato psicomotor que objetiva a locomoção no meio líquido na horizontal, na vertical ou totalmente imerso”. Muitos outros autores definem natação como qualquer forma de deslocamento na água, por exemplo, Werner (1982) afirma que “nadar é deslocar-se na água a seu nível ou através da força e adaptações naturais do próprio nadador”, ou seja, o indivíduo produz um deslocamento no meio líquido de forma elementar e rudimentar. Nesta visão de natação, podemos considerar qualquer pessoa capaz de sem um processo prévio de aprendizagem, sustentar-se e deslocar-se na água, e assim nadar. Contudo parece que a habilidade de nadar envolve muito mais do que qualquer forma de deslocamento, pois devemos considerar um dispêndio mínimo de energia para tal ação. “Nadar é harmonizar sinergias respiratórias com sinergias motoras, equilibrativas e práxicas, para garantir uma propulsão contínua, econômica, melódica e eficaz” (VELASCO, 1994). Desta forma existem as melhores técnicas para nadar, sendo o que objetivamos quando ensinamos um aluno a nadar.

Consideremos então que natação é um deslocamento consciente na água, utilizando-se adequadamente das características da água para obter um melhor rendimento com menor gasto de energia.

2.1.1 Princípios aquáticos

O corpo imerso na água está sujeito a uma imensidade de características desconhecidas, tais como diferentes resultados da ação da força da gravidade, diferentes pressões ocasionando alterações na respiração e outras. Além destas, no caso da natação, há ainda a mudança de posição do corpo, que se desloca em posição horizontal, não tendo superfícies de apoio e pressão fixas como em terra e sofre maior dificuldade de orientação devido ao diferente posicionamento da calota craniana. Alguns fatores relativos à ação do meio aquático sobre nossos movimentos são de importância para que possamos compreender como é possível nadar. Sendo assim, veremos algumas características da água que se relacionam com a flutuação, com a respiração e com a propulsão:

- a) Empuxo - é a ação da água sobre um corpo nela submerso. Esta força é igual ao peso do líquido deslocado pelo corpo, em sentido contrário ao da ação da gravidade (Princípio de Arquimedes).
- b) Densidade – é a relação entre a massa e o volume de uma determinada substância. A densidade relativa que nos interessa, é a relação entre a massa de um dado volume da substância, e a massa do mesmo volume de água. Assim, todo corpo com densidade menor que 1 (sendo 1 a densidade relativa da água) poderá flutuar. Quanto maior o volume deste corpo, mais água ele deslocará, assim maior será o peso do líquido deslocado aumentando o empuxo e facilitando a flutuação, ou seja, quanto maior o volume do corpo menor sua densidade.

- c) Pressão Hidrostática – “As moléculas de um líquido exercem um impulso sobre cada parte da superfície de um corpo submerso a uma dada profundidade” (PAULO, 1994). Este impulso é chamado de pressão hidrostática, quanto maior a profundidade e densidade do líquido, maior será a pressão exercida sobre o corpo. Em uma mesma profundidade, a pressão é constante.

A pressão exercida sobre a caixa torácica, quando o corpo está imerso na água, dificulta um pouco sua expansão na inspiração. A expiração dentro da água também é dificultada pela pressão exercida sobre o nariz e a boca.

- d) Resistência – quando um corpo ou objeto desloca-se na água ele encontra uma resistência causada pela viscosidade do líquido e pelo movimento.

A viscosidade está relacionada com o atrito que ocorre entre as moléculas de um determinado elemento. A água é mais viscosa que o ar, portanto, oferece mais resistência aos movimentos realizados dentro dela (PAULO, 1994). Este fator interfere em dois tipos de resistência: resistência frontal (oposição ao deslocamento para frente que a água cria diretamente diante do nadador, ou em qualquer parte de seu corpo) e a resistência de atrito (realizada pelo contato do corpo com a água) (COUNSILMAN, 1978).

O movimento da natação ocasiona diferentes posições do corpo na água. A resistência causada por este fator chama-se aspiração posterior, ou seja, a água que encontra-se atrás das partes pouco

aerodinâmicas do corpo é arrastada com o nadador (COUNSILMAN, 1978).

- e) Propulsão – “é a força que impele o nadador para frente sendo criada pelos braços e algumas vezes pelas pernas” (COUNSILMAN, 1978).

A propulsão é criada pela resistência originada pelas mãos e pé quando impelem a água para trás. Neste ponto entra em questão a turbulência, definida por VELASCO (1994) como “a redução da pressão pela movimentação da água”, ou seja, quanto mais turbulenta a água mais difícil será a propulsão. Outro fator importante na análise da propulsão na água é a Lei da Ação-Reação (Isaac Newton), que estabelece que cada ação tem uma reação e em sentido contrário (COUNSILMAN, 1978). Assim, por exemplo, quando um nadador impele a água diretamente para trás a reação resultante o empurrara diretamente para frente.

2.1.2 Os quatro estilos

O entendimento de todos os princípios físicos e mecânicos envolvidos na natação têm como objetivo a definição das melhores formas de nadar, identificando o nado que permite um maior deslocamento, com um menor gasto de energia, utilizando-se das características da água.

Assim existem quatro estilos utilizados na natação, ou seja, “maneiras com que utilizamos as nossas habilidades e conhecimento para realizarmos os

movimentos dos nados” (VELASCO, 1994). São conhecidos como: nado crawl, nado costas, nado peito e nado golfinho.

Velasco (1984), resumidamente define cada estilo da seguinte forma:

- a) Crawl – o nadador movimenta-se em posição horizontal, em decúbito ventral, a ação das pernas se faz em golpes curtos e alternados e a dos braços também, em movimentos alternados com recuperação fora da água;
- b) Costas – semelhante ao movimento do crawl, mas em decúbito dorsal;
- c) Peito – horizontalmente, em decúbito ventral, movimentos simultâneos de pernas e braços, com recuperação dentro da água e com forças separadas entre os membros inferiores e superiores;
- d) Golfinho – em decúbito ventral, em posição horizontal, possui evoluções simultâneas de membros inferiores e superiores e, também, ondulações céfalo-caudais.

É importante salientarmos que neste trabalho utilizaremos apenas o estilo crawl para a determinação da velocidade crítica por ser o mais rápido em relação aos outros estilos e o mais usado em competições de triathlon.

2.1.3 Fisiologia do exercício aplicada à natação

2.1.3.1 Modificações fisiológicas no organismo em meio aquático

Ao praticar exercícios em meio aquático, como a natação, algumas mudanças fisiológicas são observadas no organismo. O corpo responde de várias maneiras sob diversos sistemas vitais como: o cardiovascular, o respiratório e o renal.

As alterações na função respiratória acontecem pela ação da pressão hidrostática por causa do aumento de volume central e por causa da compressão da caixa torácica e abdome (BECKER & COLE, 1997).

O centro do diafragma desloca-se fazendo com que a pressão intratorácica aumenta de 0,4 mmHg para 3,4 mmHg. Em imersão o corpo exige um aumento no trabalho respiratório em 65,0 %. A capacidade vital sofre uma redução de 6,0 % e o volume de reserva expiratória fica reduzido de 66,0 %. A alteração da capacidade pulmonar se deve essencialmente à compressão sofrida pela pressão hidrostática (RUOTI et al., 2000).

Durante exercícios submáximos a ventilação é a mesma que durante exercícios em terra no mesmo nível de gasto energético. Em exercícios em níveis máximos de esforço, comparados com exercícios em terra (exceto para a bicicleta) tendem a serem inferiores, embora a porcentagem de saturação de hemoglobina com oxigênio sejam semelhantes (MOORE, et al., 1970).

As adaptações cardiovasculares ocorrem imediatamente após a imersão ao meio líquido, como consequência da ação da pressão hidrostática. Cerca de 700 ml de sangue são deslocados dos membros inferiores para região do tórax, causando um aumento no retorno venolinfático, e ocasionando um aumento de 60% do volume central. O débito cardíaco (volume sanguíneo x a frequência cardíaca) aumenta de 30 a 32% associados a uma diminuição de aproximadamente 10 batimentos por

minuto ou de 4 a 5% da frequência cardíaca medida no solo (BOOKSPAN, 2000; BECKER & COLE, 1997). Com isso é importante cuidar com a frequência cardíaca, pois ela fica mascarada em menos 10 batimentos dentro da água, isso pode impedir que se trabalhe dentro de programas específicos. A resposta cardiovascular particularmente ao exercício na água é diferente daquele em terra. A frequência cardíaca tende a permanecer inalterada em repouso e durante exercícios de baixa intensidade, mas diminui nos níveis de intensidade mais altos de exercício submáximo e máximo, em comparação com exercícios em terra (SHEDAHL et al., 1987).

A resposta renal à imersão inclui o débito urinário aumentado (diurese) com perda de volume plasmático, sódio, perda de potássio e supressão de vasopressina, renina e aldosterona plasmática. A imersão em água fria potencializa esta resposta. O papel da diurese de imersão é usualmente explicado como um forte mecanismo compensador homeostático para contrabalançar a distensão sofrida pelos receptores pressóricos cardíacos (BOOKSPAN, 2000).

A regulação da temperatura corporal durante o exercício na água, é diferente da do ar porque a evaporação de suor (o principal meio de dissipação de calor durante o exercício no ar) não ocorre na água, e a perda ou ganho de calor por convecção e condução é muito maior na água. Durante o exercício no ar, a temperatura central do corpo aumenta na proporção direta da intensidade do exercício, mas é dependente da temperatura ambiente entre aproximadamente 5°C e 30/35°C. Dependendo da temperatura da água, a temperatura central do corpo pode alterar-se. Durante o exercício, a temperatura da água necessária para evitar uma elevação na temperatura central durante atividades prolongadas varia de 17°C a 34°C, dependendo da quantidade de exercício e da composição corporal da

pessoa, principalmente da porcentagem de gordura corporal (CRAIG & DVORAK, 1968).

2.1.3.2 Metabolismo aeróbio e anaeróbio na natação

Além das adaptações fisiológicas que ocorrem durante a permanência na água, os metabolismos anaeróbios e aeróbios respondem em alguns casos de maneira diferente do que em terra.

Durante o exercício dinâmico, de leve a moderada intensidade, na água, a maior parte da energia usada para sustentar a atividade física é suprida pelo metabolismo aeróbico. Em virtude das diferentes propriedades físicas da água, os fatores que determinam o custo energético do exercício na água são diferentes daqueles em terra, pois a força de flutuação diminui o peso do corpo, reduzindo o gasto energético, uma vez que elimina o gasto de energia necessário para deslocar o corpo contra a gravidade. Por outro lado, a viscosidade da água aumenta o gasto energético necessário para realizar movimentos e deslocamentos. Assim o dispêndio de energia na água depende menos da energia utilizada para superar o arrasto, se tornando dependente do tamanho e posição do corpo e velocidade e direção do movimento.

O metabolismo anaeróbico em músculos esqueléticos ativos ocorre quando a demanda de energia excede a taxa de suprimento por meio de metabolismo aeróbico. Isto acontece mais freqüentemente no início do exercício e durante períodos de alta intensidade. O produto final da glicólise anaeróbica é o ácido láctico (lactato) e a mensuração de seu acúmulo no sangue é, muitas vezes, usada como

um indicador da quantidade de metabolismo anaeróbico que ocorreu durante o exercício. O ácido láctico dissocia-se em íons de hidrogênio, aumentando a acidez das células musculares e do sangue, causando hiperventilação, e em altos níveis, a fadiga (ASTRAND & RODAHL, 1980).

Na natação, as distâncias de nado sancionadas pela FINA, variam entre 50 metros e 1500 metros. Em função da duração e da intensidade do exercício a participação dos três sistemas (ATP-PC, glicólise anaeróbia e aeróbia) que fornecem energia para a contração da musculatura esquelética, atuam simultaneamente com diferentes níveis de contribuição no fornecimento do ATP, que é o “combustível” da contração muscular. Nos eventos mais curtos da natação, nas distâncias de 50 metros, a contribuição relativa de cada um dos três sistemas é de aproximadamente: ATP-CP 65%, glicólise anaeróbia 30% e aeróbio 5%, enquanto que nas distâncias mais longas, como 400 e 800 metros é de: ATP-CP 2-5%, glicólise anaeróbia 20% e aeróbio 75-80% (CACHEL, 2006).

Com a fisiologia do exercício aplicada à natação, poderemos compreender melhor as respostas do corpo humano na água.

2.2 PREDITORES DE *PERFORMANCE*

Um dos objetivos básicos do treinamento é a aplicação otimizada de cargas físicas, respeitando a individualidade do atleta e a especificidade do esporte praticado. Um grande número de estudos (DENADAI, 1999) tem procurado determinar variáveis fisiológicas que possam prever a *performance*. Desta forma, elas serão abordadas para que se possa entender um pouco mais sobre cada uma delas.

2.2.1 Consumo máximo de oxigênio

“O ponto onde o consumo de oxigênio alcança um platô e não mostra qualquer aumento adicional (ou aumenta apenas ligeiramente) com uma carga de trabalho adicional é denominado consumo máximo de oxigênio, potência aeróbica máxima ou, simplesmente, $VO_{2máx}$.” (McArdle; Katch; 1991).

Astrand (1952), citado por Denadai (1995, p. 86), define $VO_{2máx}$ como sendo “a mais alta captação de oxigênio alcançada por um indivíduo, respirando ar atmosférico ao nível do mar”.

O $VO_{2máx}$ pode ser expresso em valores absolutos (litros / minuto) ou em valores relativos ao peso corporal (ml/ kg /minuto). Os mais usados são os de valores relativos, pois a necessidade de energia varia em função do tamanho corporal (DENADAI, 1999).

Já Dantas (1995), define $VO_{2máx}$ como sendo “a maior quantidade de ATP que uma pessoa pode ressintetizar aerobicamente, e é definida como a velocidade em que o oxigênio é consumido”.

Com o treinamento físico específico, os valores de VO_2 são aumentados pelas seguintes alterações e adaptações fisiológicas citadas por Moreira (1988):

- * Um aumento da quantidade de enzimas aeróbias, acelerando a “queima” dos nutrientes para produzir energia.

- * Um aumento na eficiência pulmonar, permitindo processar mais ar com menos esforço.

- * Um aumento no número de vasos capilares em atividade, propiciando um melhor transporte e fornecimento de oxigênio aos músculos.

* Um aumento no volume sanguíneo e na capacidade do sangue para transportar oxigênio.

Segundo (Astrand, 1956; Taylor et al, 1955) citados por DENADAI (1996):

“O consumo de oxigênio, que é uma boa medida de caráter geral dos fatores cardiorrespiratórios e metabólicos que afetam a capacidade máxima do organismo em captar, transportar e utilizar o oxigênio, foi durante muito tempo considerado o melhor índice para determinar-se a *performance*” em esportes de longa duração.

Através de estudos comprovou-se que o $VO_{2m\acute{a}x}$ deixou de ser um ótimo índice de *performance*, pelo menos no que se refere à indivíduos altamente treinados. Sabe-se porém, que o sucesso em provas de *endurance* é dependente de valores elevados de $VO_{2m\acute{a}x}$, entretanto, uma vez atingido este critério, outros fatores passam a ser mais determinantes na *performance* aeróbia. (DENADAI, 2000).

“É relativamente baixa a capacidade para melhorar o $VO_{2m\acute{a}x}$ através do treino. No indivíduo adulto hígido a melhora é no máximo de 20 %. Ultimamente; a sua determinação foi relegada para um segundo plano; pelos seguintes motivos; não existe perfeita correlação entre a $VO_{2m\acute{a}x}$ durante alguns minutos e a determinação depende de aparelhagem sofisticada. Além disso, ficou demonstrado que a resistência depende menos da $VO_{2m\acute{a}x}$ que da porcentagem da $VO_{2m\acute{a}x}$ que o indivíduo consegue manter durante a solicitação prolongada; além de depender do VO_2 nos limiares aeróbico e anaeróbico” (VILLIGER & cols; 1995).

Contudo, apesar de esportes de média e alta duração sejam considerados prioritariamente exercícios aeróbios, o $VO_{2m\acute{a}x}$ pode não ser um bom preditor da *performance* neste tipo de atividade (DENADAI, 1996).

Sabemos que atletas que treinam para provas de *endurance* possuem altos valores de $VO_{2m\acute{a}x}$, entretanto a predição do desempenho por esse meio pode apresentar limitações.

2.2.2 Economia de movimento

Segundo Denadai (1996):

“A Economia de Movimento pode ser definida como sendo o consumo de oxigênio obtido em fase estável, para uma determinada atividade submáxima. Um atleta mais econmico consome menos oxigênio, do que outro menos econmico, para determinada intensidade de esforço.”

“O conceito de economia ou eficiência de corrida  fisiológico e corresponde ao gasto energético expresso pelo consumo de oxigênio em ml/kg/min” (BATISTA, 1992). No mesmo estudo Farrel citado por Batista (1992), conceituou economia de corrida como consumo de oxigênio ($VO_{2subm\acute{a}x}$) em uma velocidade padronizada, em *steady state*, em testes de esteira rolante.

Verkochansky (1995) utiliza a seguinte terminologia: Economia ou Eficiência do Trabalho Muscular; e conclui:

“A eficiência do aproveitamento motor do atleta determina de modo considerável a velocidade de deslocamento e o resultado desportivo nos exercícios cíclicos. A eficiência normalmente se entende como a economia da atividade muscular que se caracteriza pelo volume do gasto energético; por uma unidade de trabalho realizado; ou; por um metro de distância.”

Estudos recentes de Montpetit et al.1988 e Dengel et al. 1989, citados por Denadai (1996), indicam que a *performance* na natação é potencialmente mais influenciada pela Economia de Movimento (EM), do que pela potência aeróbia do atleta, devendo a técnica do nado receber especial atenção durante o treinamento.

A economia de movimento, se relacionada com a velocidade correspondente ao $VO_{2m\acute{a}x}$, pode ser um ótimo preditor da *performance* aeróbia em atletas altamente treinados (DENADAI, 1996).

Embora a EM seja influenciada por diversos fatores como idade, sexo, massa corporal, treinamento, tipos de fibras musculares entre outros, estudos (TOUSSAINT, 1990; HOLMER, 1972) têm indicado este importante preditor de *performance*, como um bom e fidedigno meio para analisar o desempenho atlético. Ainda encontramos poucos estudos na literatura nacional, sendo este assunto um ótimo tema para futuros trabalhos e pesquisas na área da Educação Física.

2.2.3 Limiar anaeróbio

Considerado atualmente como um dos melhores preditores da *performance* desportiva (DENADAI, 1996), o limiar anaeróbio tem sido bastante utilizado por pesquisadores, treinadores e profissionais da área.

“Na busca de uma variável que oferecesse maior segurança na predição do rendimento nas corridas de resistência, entre grupos mais homogêneos de corredores, os pesquisadores voltaram-se para o limiar anaeróbio” (BATISTA, 1992).

“O LAN é o momento, logo abaixo daquele em que o ácido láctico começa a acumular-se no sangue, causando a acidose metabólica e suas conseqüentes alterações nas trocas respiratórias” (WASSERMAN et al. 1973, citado por DENADAI, 1995).

“Tema central de inúmeras pesquisas realizadas nas últimas décadas o LAN apresenta-se como um dos assuntos mais polêmicos e controvertidos dentro da história recente da Fisiologia do Exercício” (DENADAI, 1995).

Existe atualmente muita discordância na terminologia utilizada para descrever fenômenos iguais ou semelhantes. Pesquisadores da área utilizam-se do termo LAN para descrever basicamente dois fenômenos: um deles é o Limiar que identifica o início do acúmulo do lactato no sangue; o outro é o Limiar que identifica a máxima fase estável de lactato no sangue.

Segundo Denadai (2000), a comparação entre a VC e o LAN, determinado através da concentração fixa de 4mM de lactato sangüíneo (OBLA) na natação, verificou uma elevada correlação entre os dois índices. Denadai (2000), citando Wakayoshi (1992), “na natação alguns autores encontraram valores semelhantes para a VC e para OBLA (1,16 e 1,16 m/s, respectivamente), e uma elevada correlação entre os dois índices ($r= 0,94$)”.

2.3 MODELO DE POTÊNCIA CRÍTICA

Potência crítica (PC) é um conceito teórico que pressupõe a existência de uma potência máxima de exercício que pode ser mantida indefinidamente. Foi inicialmente proposto por Monod e Scherrer (1965) para grupos musculares sinergistas, sendo posteriormente estendido para grandes grupos musculares (ciclismo) (GRECO 2000).

Toussaint (2004) descreve:

Um teste foi desenvolvido por Wakayoshi (1992) para determinar a capacidade do metabolismo aeróbico e anaeróbico durante sua trajetória na

natação. Este teste estima a velocidade de nado que teoricamente pode ser mantida por um longo período de tempo sem a exaustão. Este, chamado de “velocidade crítica de nado”, é o declive do coeficiente angular da reta pela regressão linear entre a distância de nado e o tempo. Ele transmite o conceito de potência crítica, proposto primeiramente por Monod e Scherrer (1965), como citado anteriormente. O conceito é baseado em uma relação hiperbólica entre potência despendida e tempo até a exaustão. O teste incorpora as contribuições aeróbias e anaeróbias da potência despendida. A parte anaeróbica é estimada como a capacidade que pode ser realizado anaerobicamente (*CTA*). A parte aeróbica é considerada inexaustiva, e é chamada de potência crítica (*CP*). Em uma dada potência despendida (*Po*) o tempo de exaustão será:

$$\text{Tempo} = \frac{CTA}{(Po - PC)}$$

Esta relação pode ser transformada para a relação potência-tempo onde:

$$Po = \frac{CTA}{\text{tempo}} + PC$$

Esta relação potência-tempo no ciclo ergômetro foi estendida para relação velocidade-tempo na natação.

$$V = \frac{a}{\text{Tempo}} + b$$

A velocidade crítica (*VC*) é a velocidade que a *performance* de uma pessoa ocorre indefinidamente. E assim *V* vai se aproximar de *b*. A integração produz:

$$D = b * \text{tempo} + a$$

Onde $VC = b$, que é o declive do coeficiente angular da reta pela regressão linear entre a distância nadada e o tempo, enquanto *a* é o indicativo do parâmetro anaeróbico, a capacidade de nado anaeróbico (*CNA*), (intercepto da reta).

Este teste da velocidade crítica foi apresentado para correlacionar com o limiar de lactato, e em muitos estudos apresentaram esta correlação. (PAPOTI et al., 2005; DENADAI et al., 1997; PRINGLE and JONES, 2002; SMITH 2001; TURMINA, 2006; KOKUBUN, 1996).

“Estudos que compararam a *VC* com o *Lan*, determinado através da concentração fixa de 4mM de lactato sanguíneo (*OBLA*) na natação, verificaram uma elevada correlação entre os dois índices” (GRECO, 2000).

A *VC* tem se mostrado uma ferramenta útil de avaliação da capacidade aeróbia e pode ser utilizada, inclusive, como forma de predição do desempenho em eventos de média e longa duração (CACHEL 2006).

Os testes diretos para determinação de variáveis que auxiliam na predição da *performance*, controle dos efeitos do treinamento e prescrição da intensidade de esforço durante o treinamento na natação se tornam difíceis pelo alto custo e pelo esporte ser praticado em meio líquido.

Para tanto a *VC* tem sido utilizada como um método indireto utilizado para a determinação destas variáveis e o teste para verificar tal velocidade pode

ser aplicado em piscinas convencionais, sendo assim acessível a grande maioria dos técnicos desportivos (CACHEL 2006).

Na natação o modelo de potência crítica pode ser utilizado em um *swimming-flume* e sua determinação pode ser feita através da relação hiperbólica velocidade-tempo. Como o *swimming-flume* é um aparelho de alto custo e nem todos tem a possibilidade de utilizá-lo, o termo velocidade crítica foi proposto para ser trabalhado na piscina (olímpica ou semi-olímpica) sendo determinada através da relação linear distância-tempo.

“A VC, assim como o Lan, são sensíveis às alterações induzidas pelo treinamento. Deste modo, a VC é um estimador simples, barato e relativamente confiável para avaliação de nadadores” (KOKUBUN, 1996).

3 METOTODOLOGIA

3.1 PLANEJAMENTO DA PESQUISA

Segundo Thomas e Nelson (2002):

A proposta da pesquisa correlacional é examinar o relacionamento entre certas variáveis de *performance*. Algumas vezes a correlação é empregada para prever a *performance*. A pesquisa correlacional é descritiva, o que faz com que não consiga presumir uma relação de causa e efeito. Tudo o que pode ser estabelecido é que existe uma associação entre dois ou mais traços ou *performance*.

Portanto, esta pesquisa é considerada de uma pesquisa de campo com caráter descritivo correlacional.

3.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A amostra do estudo foi composta por onze atletas de *triathlon*, de ambos os sexos, com idade média de 20,90 anos e desvio padrão de $\pm 3,27$.

O critério de seleção da amostra foi que os sujeitos deveriam praticar a natação em nível de treinamento, no mínimo quatro vezes por semana, com duração de 1 hora e 30 minutos, a pelo menos um ano.

A participação dos atletas neste estudo foi realizada de maneira voluntária.

3.3 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS

Os testes de VC foram realizados numa piscina de 25 metros (semi-olímpica), com temperatura controlada próxima aos 30°C. Foram realizadas performances máximas nas distâncias de 400m, 600m, 800m e 1500m. As datas das coletas foram em dias alternados e determinados pelo técnico da equipe para não interferir no treinamento dos atletas. Os tempos foram cronometrados com um relógio TIMEX de 100 memórias, transformados em segundos.

3.3.1 Determinação da velocidade crítica

A velocidade crítica (VC) e a capacidade de trabalho anaeróbico (CTA) foram determinados através das distâncias e seus respectivos tempos, sendo a VC o coeficiente angular de reta, e o CTA o coeficiente linear. A VC foi aferida em metros por segundo (m/s) e o CTA em metros (m).

Para a análise dos dados, a partir das distâncias aferidas (400, 600 e 800 metros), foram realizadas diferentes combinações entre as distâncias, as quais estão expressas na tabela a seguir:

Tabela 1: Combinações das distâncias de VC e CTA

Valor	Combinação das distâncias
VC ₁	400 x 600 metros
CTA ₁	400 x 600 metros
VC ₂	400 x 600 x 800 metros

Tabela 2: Combinações das distâncias de VC e CTA

Valor	Combinação das distâncias
CTA ₂	400 x 600 x 800 metros
VC ₃	600 x 800 metros
CTA ₃	600 x 800 metros
VC ₄	400 x 800 metros
CTA ₄	400 x 800 metros

3.3.2 Predição da *performance*

Para a predição de performance, foi utilizado o modelo de potência crítica definido pela seguinte relação:

$$\text{vel} = \frac{\text{CTA}}{t} + \text{VC}$$

Onde vel= velocidade (m/s), CTA= capacidade de trabalho anaeróbio (m),
t= tempo (segundos), VC (m/s),

Da definição de velocidade temos:

$$\text{Vel} = \frac{D}{t}$$

Substituindo temos:

$$t = \frac{(D - \text{CTA})}{\text{VC}}$$

Onde D=distância.

Esta é a relação capaz de prever tempo. Assim foram determinados os tempos preditos para as diferentes VCs e CTAs tendo, T_{pred_1} , T_{pred_2} , T_{pred_3} , T_{pred_4} para a distância de 1500m.

3.4 TRATAMENTO DOS DADOS E ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise dos dados foi composta por uma análise descritiva, e por uma análise quantitativa.

Para a análise descritiva os dados foram mensurados através de média e desvio-padrão.

Para a análise quantitativa, foi utilizada uma análise de variância (ANOVA), para comparação entre os tempos preditos e o tempo real, com um nível de significância de $p < 0,05$. Anteriormente a ANOVA, foram testados através do teste de *Kolmogorov-Smirnov*, homocedasticidade da amostra a um nível de significância de $p > 0,05$.

Para a realização da correlação dos dados de VC e tempo real, foi utilizada uma correlação de Pearson, a um nível de significância de $p < 0,05$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir os resultados obtidos através da coleta de dados são apresentados através de média, desvios-padrão, valores máximos e mínimos referente a cada grupo.

TABELA 3. Resultados dos valores reais dos 400, 600, 800 e 1500m da natação, valores de VC e de CTA, e valores preditivos de 1500m.

		Média de tempo	Desvio padrão	Valores Mínimos	Valores Máximos
Tempos reais	T 400m (s)	294,77	± 24,09	265,46	344,78
	T 600m (s)	454,41	± 38,68	414,02	526,90
	T 800m (s)	623,52	± 52,33	564,75	733,94
	1500m (s)	1192,74	± 105,62	1080,09	1407,00
Pred ₁ (400m x 600m)	VC ₁ (m/s)	1,26	± 0,13	1,01	1,41
	CTA ₁ (m)	28,75	± 28,16	-7,00	93,00
	Pred. (1) 1500m (s)	1172,83	±116,96	1063,00	1386,00
Pred ₂ (400m x 600m x 800m)	VC ₂ (m/s)	1,22	± 0,10	1,02	1,34
	CTA ₂ (m)	43,63	± 11,13	26,00	62,00
	Pred. (2) 1500m (s)	1198,23	± 103,47	1084,00	1412,00
Pred ₃ (600m x 800m)	VC ₃ (m/s)	1,19	± 0,11	0,96	1,33
	CTA ₃ (m)	60,69	± 37,09	-1,39	127,83
	Pred. (3) 1500m (s)	1215,38	108,14	1091,00	1459,00

Nota: T 400 (tempo de prova durante 400m). T 600 (tempo de prova de 600m). T 800 (tempo de prova de 800m).

TABELA 4. Valor de VC e de CTA, e valor preditivo de 1500m.

		Média de Tempo	Desvio Padrão	Valores Mínimos	Valores Máximos
Pred ₄ (400m x 800m)	VC ₄ (m/s)	1,22	± 0,10	1,02	1,34
	CTA ₄ (m)	40,98	± 11,66	22,00	67,00
	Pred. (4) 1500m (s)	1198,83	± 103,10	1084,00	1415,00

. De acordo com os resultados pode-se observar que as predições foram muito próximas ao tempo real de 1500m. Ainda, as predições 2 e 4 foram praticamente idênticas, tanto nas suas predições, quanto nos valores de VC.

Para a realização da análise estatística, foi feito um teste de *Kolmogorov-Smirnov* para testar a normalidade dos dados. De acordo com os resultados, os valores se apresentaram com uma distribuição normal, como estão representados a seguir.:

TABELA 5. Resultados do teste de Kolmogorov-Smirnov para a normalidade dos dados:

Medidas	N	Valor de P
T400m (s)	11	0,808
T600m (s)	11	0,530
T800m (s)	11	0,476
1500m (s)	11	0,311
VC ₁ (m/s)	11	0,557
CTA ₁ (m)	11	0,973
Pred ₁	11	0,423
VC ₂ (m/s)	11	0,474
CTA ₂ (m)	11	0,999
Pred ₂	11	0,286
VC ₃ (m/s)	11	0,842
CTA ₃ (m)	11	0,483
Pred ₃	11	0,756
VC ₄ (m/s)	11	0,406
CTA ₄ (m/s)	11	0,804
Pred ₄	11	0,321

Nota: N= número de sujeitos da amostra, com nível de significância de $p > 0,05$.

Foi testada a homocedasticidade dos grupos, os quais respeitaram o pressuposto de normalidade. De acordo com os resultados, os mesmos se apresentaram homocedásticos ($p=0,973$).

De acordo com o teste ANOVA para a variável tempo, o mesmo não apresentou diferenças significativas ($p=0,925$) entre os grupos. Dessa forma pode-se aferir que os dados são significativamente semelhantes entre a média dos valores reais e a média dos valores preditivos.

Tais dados são importantes, pois demonstram que a VC é um método preditivo que não apresenta diferenças com o tempo real de prova, e que pode prever com um alto grau de eficiência a *performance* esportiva de atletas de natação.

Para analisar a relação entre os dados de VC e medidas preditivas dos 1500m, foram realizados testes de correlação de *Pearson*, os quais estão expressos na tabela a seguir:

QUADRO 1. Resultados da correlação de *Pearson* entre os tempos preditos e o real:

		1500m	Pred1	Pred2	Pred3	Pred4
1500m	Correlação de Pearson	1	0,908(**)	0,984(**)	0,909(**)	0,984(**)
	Significância		0,000	0,000	0,000	0,000
	N	11	11	11	11	11
Pred1	Correlação de Pearson	0,908(**)	1	0,899(**)	0,698(*)	0,888(**)
	Significância	0,000		0,000	0,017	0,000
	N	11	11	11	11	11

QUADRO 2. Resultados da correlação de *Pearson* entre os tempos preditos e o real:

		1500m	Pred1	Pred2	Pred3	Pred4
Pred2	Correlação de Pearson	0,984(**)	0,899(**)	1	0,940(**)	1,000(**)
	Significância	0,000	0,000		0,000	0,000
	N	11	11	11	11	11
Pred3	Correlação de Pearson	0,909(**)	0,698(*)	0,940(**)	1	0,949(**)
	Significância	0,000	0,017	0,000		0,000
	N	11	11	11	11	11
Pred4	Correlação de Pearson	0,984(**)	0,888(**)	1,000(**)	0,949(**)	1
	Significância	0,000	0,000	0,000	0,000	
	N	11	11	11	11	11

A tabela apresentada anteriormente contém os valores de correlação entre os tempos preditos e o tempo real, mostrando que todas as previsões apresentaram uma alta relação com o tempo real de prova. Sendo assim, o Modelo de Potência Crítica se mostra um eficaz preditor da *performance*.

As previsões 2 e 4 foram as que se mostraram mais próximas à real com uma correlação quase perfeita. Como o teste prioriza à medida que se mostra mais próxima a real, com um menor esforço, ou seja, com menos distâncias para ser predita, a pred₄ se mostra mais eficaz pois apresenta elevada relação e um menor número de distâncias preditivas (400 e 800 metros).

QUADRO 3. Resultados da correlação de *Pearson* entre VC e o tempo real:

		1500m(s)	VC1(m/s)	VC2(m/s)	VC3(m/s)	VC4(m/s)
1500m(s)	Correlação de Pearson	1	-0,849(**)	-0,967(**)	-0,771(**)	-0,971(**)
	Significância		0,001	0,000	0,005	0,000
	N	11	11	11	11	11
VC1(m/s)	Correlação de Pearson	-0,849(**)	1	0,822(**)	0,366	0,831(**)
	Significância	0,001		0,002	0,268	0,002
	N	11	11	11	11	11
VC2(m/s)	Correlação de Pearson	-0,967(**)	0,822(**)	1	0,827(**)	1,000(**)
	Significância	0,000	0,002		0,002	0,000
	N	11	11	11	11	11
VC3(m/s)	Correlação de Pearson	-0,771(**)	0,366	0,827(**)	1	0,820(**)
	Significância	0,005	0,268	0,002		0,002
	N	11	11	11	11	11
VC4(m/s)	Correlação de Pearson	-0,971(**)	0,831(**)	1,000(**)	0,820(**)	1
	Significância	0,000	0,002	0,000	0,002	
	N	11	11	11	11	11

De acordo com a tabela anterior, todas as VCs apresentam relação com tempo real. Elas não apresentam diferença significativa com a performance, podendo prever com grande precisão o tempo de prova. Pode ser uma forma eficaz de atletas escolherem seu ritmo de prova com grandes chances de chegar no objetivo planejado.

QUADRO 4. Resultados da correlação de *Pearson* entre CTA e o tempo real:

		1500m(s)	CTA1(m)	CTA2(m)	CTA3(m)	CTA4(m)
1500m(s)	Correlação de Pearson	1	0,203	0,224	-0,079	0,258
	Significância		0,549	0,508	0,818	0,445
	N	11	11	11	11	11

QUADRO 5. Resultados da correlação de *Pearson* entre CTA e o tempo real:

		1500m(s)	CTA1(m/s)	CTA2(m/s)	CTA3(m/s)	CTA4(m/s)
CTA1(m)	Correlação de Pearson	0,203	1	0,383	-0,844(**)	0,706(*)
	Significância	0,549		0,245	0,001	0,015
	N	11	11	11	11	11
CTA2(m)	Correlação de Pearson	0,224	0,383	1	0,157	0,925(**)
	Significância	0,508	0,245		0,644	0,000
	N	11	11	11	11	11
CTA3(m)	Correlação de Pearson	-0,079	-0,844(**)	0,157	1	-0,225
	Significância	0,818	0,001	0,644		0,506
	N	11	11	11	11	11
CTA4(m)	Correlação de Pearson	0,258	0,706(*)	0,925(**)	-0,225	1
	Significância	0,445	0,015	0,000	0,506	
	N	11	11	11	11	11

Em compensação os CTAs não apresentam relação alguma com a performance.

Como o objetivo do trabalho não era relacionar o CTA com a *performance* então não há problema para este estudo. Porém propomos que novas pesquisas sejam feitas para relacionar o CTA e ver qual a relação deste com a *performance*, na natação.

5 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos nesta pesquisa e outros estudos verificados, pode-se inferir que a VC pode funcionar como um ótimo preditor da *performance*, alcançando correlações muito elevadas entre o tempo predito através do MPC e o resultado real de uma avaliação de 1500 metros em uma prova de natação.

Dentre as predições aferidas, duas delas obtiveram uma correlação quase que perfeita com o tempo real. A $pred_2$ e $pred_4$ chegaram a uma relação de $r=0,984$ com o tempo real se mostrando as duas melhores predições de acordo com as distâncias utilizadas para a determinação da VC. A $pred_2$ utilizou as três distâncias escolhidas (400 x 600 x 800) para a determinação da VC. Enquanto a $pred_4$ utilizou somente as distâncias de 400 e 800 metros. Portanto se o técnico quiser um valor de VC dos seus atletas capaz de prever com grande eficácia a *performance* terá dois modelos com diferentes combinações de distância que poderão atender as necessidades, um mais curto e outro com 3 distâncias, que irá tomar mais tempo para a determinação. Por parcimônia, devemos utilizar um número mínimo de distâncias para determinar a VC e a CTA.

Para a predição de 1500m realizada neste estudo, as distâncias utilizadas de 400, 600 e 800m, para prever uma *performance* máxima, obtiveram um alto grau de correlação com a *performance*, o que pode indicar o modelo de potência crítica e de velocidade crítica, um método eficiente de prever a *performance*.

Segundo Nakamura et al.:

“Os parâmetros do modelo de potência crítica parecem constituir indicadores fisiológicos adequados para a predição da *performance*, e para o controle dos efeitos específicos do treinamento sobre a capacidade aeróbia e anaeróbia.”

O estudo de Gamelin et al (2006), feito com corredores para predizer a *performance* de uma corrida de 1 hora, com o modelo de potência crítica, obteve correlação de 0,80 a 0,93 em suas predições com o tempo da *performance*. Mostrando que em outro estudo e com outra modalidade esportiva a VC também apresenta correlação com a *performance*.

Existem poucos trabalhos relatando quais as melhores distâncias para determinação da VC e da CTA na natação, predizendo tempos de distâncias clássicas na modalidade. Para tanto, sugerem-se novos estudos diferentes modalidades desportivas e com diferentes distâncias a serem aferidas.

REFERÊNCIA

ASTRAND P.O.; e Rodahl K. **Tratado de fisiologia do exercício**. São Paulo: Interamericana, 1980.

BATISTA, Asdrubal Ferreira. **Atletas: Resistência Específica para Corredores de 5.000 metros**. Campinas: Editora da UNICAMP, 1992.

BECKER B. e COLE A. **Comprehensive Aquatic Therapy**. Butterworth-Heinemann, Boston, 1997.

BOOKSPAN, Jolie. **Efeitos fisiológicos da imersão em repouso**. Em: Ruoti RG, Morris DM e Cole AJ, Reabilitação Aquática. São Paulo, Editora Manole, 2000.

CACHEL, Homero. **Preditores da performance em nadadores masters**. 2006, 70f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

COUNSILMAN, James E. **A natação: ciência e técnica para a preparação de campeões**. Rio de Janeiro: Lial, 1978.

CRAIG A.B.; DVORAK M. **Thermal regulation of man exercising during water immersion**. J Appl Physiol, v. 25, p. 28-35, 1968.

DANTAS, Estélio H. M. **A Prática da Preparação Física**. 3 edição. Rio de Janeiro: Shape, 1995.

DENADAI, Benedito Sérgio. Validade da velocidade critica para a determinação dos efeitos do treinamento no limiar anaeróbio em corredores de *endurance*. **Revista portuguesa de ciências do desporto**, v. 3, n.1, 2003.

DENADAI, Benedito Sérgio. **Índices fisiológicos da avaliação aeróbia: conceitos e aplicações**. Ribeirão Preto: B. S. D., 1999.

DENADAI, Benedito Sérgio; GRECO, Camila Coelho; DONEGA, Marta. Comparação entre a velocidade de limiar anaeróbio e a velocidade critica em nadadores com idade de 10 a 15 anos. **Revista paulista de educação física**, v.11, p. 128-133, 1997.

DENADAI, Benedito Sérgio. Aspectos Fisiológicos Relacionados com a Economia de Movimento. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, Londrina, v.1, n.3, p.59-73, 1996.

DENADAI, Benedito Sergio. Fatores fisiológicos associados com o desempenho em exercícios de média e longa duração. **Revista Brasileira de atividade física e saúde**, v.1, n.4, p. 82, 1996.

DENADAI, Benedito Sérgio. Limiar Anaeróbio: Considerações Fisiológicas e Metodológicas. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, Londrina, v.1, n.2, p.74-88, 1995.

FARIAS, Sidney Ferreira. **Natação: ensine a nadar**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1983.

GAMELIN, F. X.; COQUART, J.; FERRARI, N.; VODOUGNON, H.; MATRAN, R.; LEGER, L.; BOSQUET, L.. Prediction of one hour running performance using constant duration test. **Journal of Strength and Conditioning Research**. V. 20, p. 735- 739, 2006.

GRECO, Camila Coelho; DENADAI, Benedito Sergio. Critical Speed and Endurance Capacity in Young Swimmers: Effect of Gender and Age. **Pediatric Exercise Science**, v. 17, p. 353, 2005.

GRECO, Camila Coelho. Potência crítica e velocidade crítica. In: DENADAI, Benedito Sérgio (org). **Avaliação aeróbia: determinação indireta da resposta do lactato sanguíneo**. Rio Claro: Motrix, 2000.

HOLMER, I. Oxygen uptake during swimming in man. **Journal of Applied Physiology**, v. 33, p. 502-509, 1972.

KOKUBUN, Eduardo. Velocidade crítica como estimador do limiar anaeróbio na natação. **Revista paulista de educação física**, v. 10, n.1, p. 5-20, 1996.

McARDLE, William D.; KATCH, Frank; KATCH, V. **Fisiologia do exercício**. 3 ed. Rio de Janeiro: Médsi, 1990.

MELLO, Fernando de Campos; FRANCHINI, Emerson. Velocidade crítica, concentração de lactato sanguíneo e desempenho no remo. **Revista brasileira de cineantropometria e desempenho humano**, v. 7, n. 2, p.14, 2005.

MORTON, R. HUGH. A 3-parameter critical power model. **Ergonomics**, n.4, v. 39, p. 611-619, 1996.

MOORE, T. O.; BERNAUER, E. M.; SETO, G. Effect at immersion at different water temperatures on graded exercise performance in man. **Aerospace Medicine**, n. 41, p. 1404-1408, 1970.

NAKAMURA, F. Y.; CYRINO, E. S.; BORGES, T. O.; OKANO, A. H.; MELO, J. C.; FONTES, E. B.. Variação dos modelos de potência crítica em resposta a treinamento

de canoagem. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho humano**. V.8, p. 05- 12, 2006.

PAPOTI, Marcelo; ZAGATTO, Alessandro; MENDES, Olga; GOBATTO, Cláudio. Utilização de métodos invasivos na predição das performances aeróbia e anaeróbia em nadadores de nível nacional. **Revista portuguesa de ciências do desporto**, v. 5, n. 1, p. 7-14, 2005.

PAULO, Mercês N. **Ginástica aquática**. Rio de Janeiro: Sprint, 1994.

PRINGLE, Jamie; JONES, Andrew. Maximal lactate steady state, critical power and EMG during cycling. **Eur J Appl Physiol**, v. 88, p. 214-226, 2002.

RUOTI, GR; MORRIS, DM; COLE AJ. **Reabilitação Aquática**. São Paulo: Manole, 2000.

SHEDAHL, L. M.; TRISTANI F.E.; CLIFORD P.S. Effect of head out water immersion on cardiorespiratory response to dynamic exercise. **Journal American College Cardiology**, v. 10, p. 1254-1258, 1987.

SMITH, Clare G. M.; Jones, Andrew M. The relationship between critical velocity, maximal lactate steady-state velocity, and lactate turnpoint velocity in runners. **Eur J Appl Physiol**, v. 85, p. 19, 2001.

THOMAS , R. J.; NELSON, J. K. trad. PETERSEN, R. et al. **Métodos de pesquisa em atividade física**. Porto alegre: Artmed, 2002.

TOUSSAINT, M. Huub; WAKAYOSHI, Kohji; HOLLANDER, Peter A.; OGITA, Futoshi. Simulated front crawl swimming performance related to critical speed and critical power. **Official Journal of the American College of Sports Medicine**, v. 30, p. 144-151, 2004.

TOUSSAINT, H. M. Differences in propelling efficiency between competitive and triathlon swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 22, p. 409-415, 1990.

TURMINA, Fernando. **Relação entre velocidade crítica e o limiar anaeróbio encontrado através do lactato sanguíneo para atletas máster de natação**. 2006, 43f. Monografia (Graduação em Educação Física) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

VELASCO, Cacilda G. **Natação segundo a psicomotricidade**. Rio de Janeiro: Sprint, 1994.

VELASCO, Cacilda G. **Habilitações e reabilitações psicomotoras na água**. São Paulo: Harbra, 1984.

VERKOCHANSKY, Yury V. ; OLIVEIRA, Paulo Roberto de. **Preparação de Força Especial**. Rio de Janeiro: Grupo Palestra Sport, 1995.

VILLIGER, Beal & cols. **Resistência**. São Paulo: Livraria Santos Editora Com. e Imp. Ltda, 1995.

WERNER, Jayme. **A natação na sua expressão psicomotriz**. Porto Alegre: Editora da Universidade, UFRGS, 1982.