

## LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1 - Relação entre desempenho competitivo de 100 jardas, composição corporal e somatotipo em nadadores universitários do sexo masculino...	14
TABELA 2 - Custo energético para provas do nado crawl em nadadores universitários do sexo masculino.....	18
TABELA 3 - Média e desvio-padrão da velocidade, frequência de braçada, e comprimento de braçada para homens e mulheres no nado livre.....	25
TABELA 4 - Variáveis preditivas que entraram no modelo de regressão linear para nadadores do sexo masculino. $R^2$ e $R_m^2$ indicam coeficientes de determinação linear simples e múltiplo respectivamente.....	30
TABELA 5 - Ranqueamento dos jovens nadadores do presente estudo na prova de 100 metros nado Crawl em 2007.....	35
TABELA 6- Número de observações referentes à idade cronológica e ao estágio maturacional de jovens nadadores.....	47
TABELA 7 - Média, desvio-padrão, valores mínimo e máximo das variáveis antropométricas, de aptidão física e técnicas de jovens nadadores do sexo masculino.....	48
TABELA 8 - Comparação de jovens nadadores do sexo masculino com relação às medidas antropométricas.....	49
TABELA 9 - Comparação de jovens nadadores do sexo masculino em relação à medida de velocidade crítica.....	52
TABELA 10 - Comparação de jovens nadadores do sexo masculino em relação aos parâmetros técnicos do nado Crawl.....	54
TABELA 11 - Matriz de correlações entre os 100 metros nado Crawl e idade cronológica, antropometria, aptidão física e técnica de nado.....	56
TABELA 12 - Coeficientes de correlação ( $r$ ) e coeficientes de determinação ( $r^2$ ) das variáveis associadas com a Velocidade dos 100 metros nado Crawl ( $p < 0,01$ ).....	57

TABELA 13 -	Teste de normalidade (Shapiro-Wilk) das variáveis independentes incluídas na análise de regressão múltipla.....	58
TABELA 14 -	Sumário do modelo de regressão linear múltipla para o tempo de 100 metros nado Crawl para jovens nadadores do sexo masculino.....	59

## LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1 - Relação distância x tempo para predição da velocidade crítica.....	21
FIGURA 2 - Modelo de estrutura competitiva para prova dos 50 metros nado livre em nadadores do sexo masculino.....	29
FIGURA 3 - Distribuição dos resíduos em relação à velocidade dos 100 metros Nado Crawl.....	60

## LISTA DE QUADROS

	Página
QUADRO 1 - Contribuição relativa à energia por via aeróbia e anaeróbia durante atividade física máxima de várias durações.....	19
QUADRO 2 - Variáveis que entraram no modelo de desempenho competitivo dos nadadores mais velozes para ambos os grupos etários.....	27
QUADRO 3 - Estudos relacionados à predição de desempenho competitivo na natação..	32
QUADRO 4 - Mês, ano, período e tempo utilizados durante a coleta de dados, período de treinamento dos jovens nadadores.....	38

## LISTA DE SIGLAS, ABREVIACÕES E SÍMBOLOS.

$C_{AER}$	Custo energético aeróbio
$C_{ANAE\ ALAT}$	Custo energético anaeróbio alático
$C_{ANAE\ LAT}$	Custo energético anaeróbio lático
$C_E$	Custo energético
$L_{an}$	Limiar anaeróbio
$V_4$	Velocidade obtida ao valor de 4 mmol/L
$v_{m400m}$	Velocidade média na prova dos 400 metros nado livre
$VC$	Velocidade crítica
$VO_{2MAX}$	Volume máximo de oxigênio
$vVO_{2MAX}$	Velocidade obtida num teste de consumo máximo de oxigênio
$vT-30$	Velocidade média num teste de 30 minutos

## LISTA DE ANEXOS

		Página
ANEXO I	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	84
ANEXO II	Ficha de Medidas Antropométricas / Maturacionais	87
ANEXO III	Ficha de Medidas de Potência Anaeróbia	88
ANEXO IV	Ficha de Medidas dos Parâmetros Técnicos	89
ANEXO V	Ficha de Medidas dos 200 e 800 metros nado Crawl	90
ANEXO VI	Características dos estágios de maturação sexual	91

## RESUMO

## DESEMPENHO DE JOVENS NADADORES NA DISTÂNCIA DE 100 METROS NADO CRAWL

Autor: FABRÍCIO DE MELLO VITOR

Orientador: PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup> MARIA TEREZA SILVEIRA BÖHME

O presente estudo teve como objetivos descrever aspectos antropométricos, de aptidão física específica e, técnicos de nado; verificar as relações existentes entre idade cronológica, antropometria, aptidão física específica e técnica de nado com o desempenho na distância de 100 metros nado Crawl e verificar a influência das variáveis antropométricas, de aptidão física específica e, técnicas de nado sobre o desempenho de jovens nadadores na distância de 100 metros Nado Crawl. Participaram do estudo 24 nadadores púberes do sexo masculino com idade de  $13,0 \pm 0,7$  anos. A análise de regressão múltipla (método *forward*) foi realizada com o propósito de explicar a variabilidade da velocidade obtida nos 100 metros Nado Crawl. Velocidade média da potência anaeróbia ( $r^2 = 0,67$ ), índice de eficiência de nado ( $r^2 = 0,62$ ) e velocidade crítica ( $r^2 = 0,34$ ) explicaram em 88% a variabilidade da velocidade obtida nos 100 metros nado Crawl. O modelo de regressão estatístico foi significativo ao nível de 0,05 e o erro padrão de estimativa foi de 0,03. O custo energético da prova de 100 metros Nado Crawl tem papel relevante no maior peso preditivo da potência anaeróbia assim como, a inclusão da velocidade crítica (resistência aeróbia) no modelo de regressão. Quanto ao índice de eficiência de nado, é possível assegurar que, a aplicação efetiva da força contra a água é o fator determinante da economia de movimento nesta atividade, ou seja, quanto melhor a técnica de nado, menos energia será gasta e melhor será o desempenho final.

Palavras-chave: jovens nadadores, desempenho esportivo, 100 metros nado Crawl.

## ABSTRACT

## PERFORMANCE OF YOUNG SWIMMERS IN 100 METERS FRONT CRAWL

Author: FABRÍCIO DE MELLO VITOR

Adviser: PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup> MARIA TEREZA SILVEIRA BÖHME

The purposes of this study were to describe: anthropometric aspects, specific physical fitness and stroking parameters; to verify relationship between anthropometric, specific physical fitness, stroking parameters and 100 meters front Crawl and to verify influence of anthropometry, specific physical fitness and stroking parameters variables over performance in 100 meters front Crawl in young swimmers. The group was composed by 24 pubertal males with  $13,0 \pm 0,7$  years-old. Multiple regression analysis (forward method) was used to explain variance of 100 meters front Crawl velocity. Anaerobic power velocity ( $r^2 = 0,67$ ), swimming efficiency index ( $r^2 = 0,62$ ) and critical velocity ( $r^2 = 0,34$ ) explained 88% of variance 100 meters front Crawl in young male pubertal swimmers. Regression model was significantly at 0,05 level and, estimative error standard was 0,03. Energetic expenditure of 100 meters front crawl has a relevant importance in predictive value of anaerobic power and inclusion of critical velocity on regression. About swimming efficiency index, effectiveness of force against water is main reason for swimming economy and, as better swimming technique, less energy will be expended resulting in better performance.

Keywords: young swimmers, performance, 100 meters front Crawl.



## 1 INTRODUÇÃO

O desempenho da Natação depende do aperfeiçoamento da propulsão e da redução do arrasto (resistência da água aos movimentos do nadador) por meio da habilidade que reflete a capacidade do nadador propelir seu corpo na água com baixo custo energético. Os fatores que maximizam a propulsão incluem o metabolismo anaeróbio e metabolismo aeróbio, a potência muscular, a resistência aeróbia e a técnica de nado enquanto que, os fatores que minimizam o arrasto incluem as características antropométricas e a composição corporal (PELAYO, WILLE, SIDNEY, BERTHOIN, LAVOIE, 1997; WELLS, SCHNEIDERMAN-WALKER, PLYLEY, 2006).

Para COSTILL, MAGLISCHO & RICHARDSON (1992) a força de membros superiores é determinante no sucesso de velocistas na Natação sendo responsável por 86% do desempenho na prova de 25 metros nado Crawl, 74% na prova de 100 metros nado Crawl, 72% na prova de 200 metros nado Crawl, e 58% na prova de 400 metros nado Crawl; apesar disto, a capacidade de gerar força muscular máxima durante a Natação é complexa, pois depende da interação com aspectos mecânicos que envolvem a técnica de nado (SIDNEY, PELAYO & ROBERT, 1996; HOHMANN, DIERKS, LUEHNENSCHLOSS, SEIDEL, WICHMANN, 1998).

Da mesma forma, as medidas antropométricas têm importante influência sobre o conjunto de variáveis que fazem parte do desempenho esportivo para a Natação. De acordo com a revisão bibliográfica realizada por FERNANDES, BARBOSA, VILAS-BOAS (2002) no período de 1968 até 2000, para ambos os sexos em diferentes níveis desportivos, em comparação com a população em geral: os nadadores (as) são mais altos (as) e mais pesados (as), apresentam elevado índice envergadura/estatura, elevada razão entre os diâmetros biacromial/bicristal além de elevados valores de comprimento e superfície de membros. Quanto à composição corporal, têm predominância de massa gorda com relação a outros desportistas e, apresentam um somatotipo ecto-mesomorfo, sendo que as nadadoras apresentam um somatotipo mesomorfo equilibrada.

Dentre os componentes antropométricos citados até o momento, alguns são herdados geneticamente e, portanto, não podem ser modificados com o

treinamento como estatura, envergadura, largura do ombro, comprimentos das mãos e dos pés. No entanto, os fatores relacionados à aptidão física que têm influência no desempenho de nadadores podem sofrer alterações com o treinamento tais como, força e resistência aeróbia (CARTER & ACKLAND, 1994; ACKLAND, 1999). De maneira geral, componentes relacionados à aptidão física e à antropometria são determinantes na execução de um bom desempenho para nadadores adultos.

Numa outra visão, o sucesso da Natação depende mais da habilidade técnica do nadador do que de componentes de aptidão física. Esta afirmação é feita com base em resultados significativamente maiores de força e resistência aeróbia em outros desportistas comparados a nadadores de nível internacional, os quais não têm habilidade técnica para usufruir destas capacidades em meio líquido; a força muscular é o segundo aspecto mais importante, o que poderia explicar porque os nadadores têm níveis de desempenho aumentado durante o período da adolescência (COSTILL, MAGLISCHO, RICHARDSON (1992).

A literatura existente sobre o desempenho de jovens nadadores aborda o tema com diferentes objetivos; KLIKA & THORLAND (1994) discriminaram nadadores mais velozes de nadadores menos velozes; outras pesquisas analisaram a combinação de variáveis que melhor explicariam o desempenho de jovens nadadores em eventos de curta distância (BLANKSBY, BLOOMFIELD, PONCHARD, ACKLAND, 1986; HOHMANN, DIERKS, LUEHNENSCHLOSS, SEIDEL, WICHMANN, 1998; SAAVEDRA, ESCALANTE & RODRIGUEZ, 2003; GELADAS, NASSIS & PAVLICEVIC, 2005, RAMA, SANTOS, GOMES, ALVES, 2006) e média distância (JÜRIMAE, HALJASTE, CICHELLA, LÄTT, PURGE, LEPPIK, JÜRIMAE, 2007).

HOHMANN, DIERKS, LUEHNENSCHLOSS, SEIDEL, WICHMANN (1998) estudaram uma ampla faixa etária (10-19 anos) enquanto que todas as pesquisas citadas anteriormente analisaram jovens entre 9 e 16 anos de idade.

A idade biológica foi considerada em três estudos, sendo dois pelo método de maturação sexual (SAAVEDRA et al 2003; JÜRIMAE et al, 2007) e um pelo método de idade esquelética (GELADAS et al, 2005). KLIKA & THORLAND (1994) dividiram os nadadores em dois grupos, mais novos e mais velhos, pressupondo que os grupos eram, respectivamente, pré-púberes e pós-púberes. Três trabalhos não

consideraram a idade biológica (BLANKSBY et al, 1986; HOHMANN et al, 1998, RAMA et al, 2006).

Foram analisadas as distâncias de 50 metros (HOHMANN et al, 1998), 100 metros (ou jardas) (BLANKSBY et al, 1986; KLIKA & THORLAND, 1994; GELADAS et al, 2005) e 400 metros (JÜRIMAE et al, 2007) e, em todas as pesquisas foram executadas o nado Crawl. Não foi possível identificar a distância analisada em dois estudos (SAAVEDRA et al, 2003; RAMA et al, 2006), pois, os mesmos utilizaram um índice de desempenho relacionando o recorde mundial com os melhores resultados dos jovens nadadores.

A literatura referente ao desempenho de jovens nadadores buscou verificar as variáveis que, em combinação, explicassem os resultados em eventos de curta e média distância, sendo que a mais utilizada foi a distância de 100 metros nado Crawl. Em alguns estudos houve a preocupação de considerar a idade biológica como fator relevante na análise de desempenho de jovens nadadores.

Além dos processos de crescimento e maturação influenciarem o desempenho esportivo de jovens atletas (BAR-OR, 1996; BÖHME, 2000; MALINA, BOUCHARD, BAR-OR, 2004), a relação destes processos com as capacidades motoras envolvidas no treinamento esportivo pode conduzir à reflexão de um programa de natação mais eficiente com jovens (KLIKA & THORLAND, 1994).

Nem sempre nos trabalhos de pesquisa realizados levou-se em consideração o gênero (masculino/feminino) e os níveis competitivos. Ao compararem-se os trabalhos realizados, verificam-se que diferentes metodologias foram utilizadas para mensurar a aptidão física, aspectos antropométricos, as técnicas de nado e a composição corporal, sendo muitas vezes privilegiada a validade interna das medidas realizadas, sem a preocupação com a situação real competitiva ou em treinamento (validade ecológica). As pesquisas focaram-se na análise de variáveis que poderiam compor o processo de seleção de talentos, deixando de argumentar e discutir no que as variáveis pesquisadas poderiam influenciar o treinamento infanto-juvenil ou até mesmo promover alterações na estrutura competitiva da Natação para jovens.

Os componentes antropométricos, de aptidão física geral e específica, assim como os parâmetros técnicos de nado devem ser considerados na análise do

desempenho competitivo em jovens nadadores. Aspectos maturacionais devem ser controlados ou somados às explicações de desempenho quando se tratam de adolescentes, pois estes podem possuir diferentes ritmos de crescimento e maturação.

Na literatura da Ciência do Esporte no Brasil, não foram encontrados estudos com o objetivo de investigar os fatores determinantes de desempenho em jovens nadadores; entre as pesquisas realizadas nos últimos dez anos, foram estudados: validação do teste de velocidade crítica (DENADAI, GRECO, DONEGA, 1997; GRECO, DENADAI, PELLEGRINOTTI, FREITAS, GOMIDE, 2003; GRECO & DENADAI, 2005), relação entre crescimento físico, nível maturacional e desempenho motor (FORTES & CASTRO, 2002) e descrição de características antropométricas (PRESTES, LEITE, LEITE, DONATTO, URTADO, BARTOLOMEU NETO, DOURADO, 2006).

Os fatores determinantes da Natação em conjunto com as possíveis relações entre resultados e processos de crescimento e maturação, assim como a ausência de estudos brasileiros preocupados em investigar o desempenho esportivo de jovens nadadores conduziram este trabalho de pesquisa ao seguinte questionamento:

- “Como são as relações entre idade cronológica, crescimento físico, componentes de aptidão física, parâmetros técnicos e desempenho de jovens nadadores brasileiros na distância de 100 metros nado Crawl?”

## **2 OBJETIVOS**

Pretende-se, com relação a jovens nadadores púberes e federados:

- a) Descrever os aspectos antropométricos, de aptidão física específica e, técnicos de nado;
- b) Verificar as relações existentes entre idade cronológica, antropometria, aptidão física específica e técnica de nado com o desempenho na distância de 100 metros nado Crawl;

c) Verificar a influência das variáveis antropométricas, de aptidão física específica e técnicas de nado sobre o desempenho na distância de 100 metros nado Crawl.

## 2.1 Justificativa

O presente trabalho justifica-se pela:

- Necessidade de descrever características antropométricas, de aptidão física específica e técnicas de nado de jovens nadadores, como referencial para a avaliação das mesmas durante o processo de treinamento;
- Necessidade de investigar o desempenho esportivo de jovens nadadores com o controle da idade biológica;
- Relevância de investigar jovens nadadores com objetivos direcionados ao rendimento esportivo na distância de 100 metros nado Crawl;
- Importância de utilizar medidas de campo na investigação da aptidão física específica de jovens nadadores;
- Ausência de produção acadêmica em desempenho esportivo com jovens nadadores discriminados por gênero, idade biológica e nível competitivo.

## 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica foi elaborada em função das características determinantes do desempenho esportivo de jovens nadadores. Neste sentido são abordados os tópicos nado Crawl, seguido pelos componentes antropométricos, de aptidão física geral e parâmetros de eficiência técnica. No último item são expostos estudos que abrangem de forma multidisciplinar os fatores influentes no desempenho esportivo de jovens nadadores.

### 3.1 Nado Crawl

A técnica da Natação desportiva abrange a habilidade do nadador em sentir e utilizar as forças internas e externas que atuam sobre seu corpo. Além disso, a técnica desenvolve-se associadamente com o nível de preparação física, o grau de treinamento, as capacidades motoras e a reserva das capacidades motoras adquiridas anteriormente. Os fatores espaço-temporais mais evidentes no movimento do nadador são as trajetórias dos segmentos corporais, o ritmo, a amplitude e a velocidade (MAKARENKO, 2001).

Ao descrever a técnica de nado, utiliza-se do termo *varredura* devido à natureza dos movimentos das braçadas, semelhantes ao de uma hélice. Existem quatro tipos de *varredura*: para fora - durante a parte submersa da braçada, o movimento inicial nos nados borboleta e peito; para baixo – durante a parte submersa da braçada, o movimento inicial usado nos nados crawl e costas; para dentro – o segundo movimento usado em todos os nados competitivos; para cima – o movimento final nos nados crawl e borboleta. (MAGLISCHO, 1999).

No nado Crawl utiliza-se três tipos de *varredura*: para baixo, para dentro e para cima. Veremos adiante o momento em que estes movimentos ocorrem.

A ação dos braços compreende as fases aquática e aérea. A primeira se caracteriza pelo deslocamento do braço dentro da água e tem início pela entrada da mão na água (ataque) e fim pela saída da mão da água (liberação), bem definidos. Pode, por sua vez, ser subdividida em ações não-propulsivas (alongamento e varredura para baixo) e propulsivas (varredura para dentro e varredura para cima). A fase aérea da braçada é caracterizada pelo deslocamento do braço fora da água e pode ser decomposta em duas partes: na primeira o nadador deve deslocar seu braço para frente, mantendo a palma da mão voltada para dentro, abaixo e atrás do cotovelo. Já a segunda parte é caracterizada pela passagem do cotovelo por cima do ombro. Nessa passagem o nadador deverá direcionar a palma da mão para fora e para frente do cotovelo (FREUDENHEIM & MADUREIRA, 2006).

Na análise da braçada, a mão age como guia do braço, pois, deve mover-se durante a braçada de maneira incessante, com uma velocidade alta em relação à água e uma trajetória curvilínea ótima (MAKARENKO, 2001).

Na análise da pernada do nado Crawl, já houve época em que se acreditava que as pernas se moviam para cima e para baixo sem uma ação propulsiva que auxiliasse o corpo a se deslocar para frente. HOLLANDER, de GROOT, SCHNEAU, KAHMAN, TOUSSAINT (1988) verificaram que a força média durante a natação com movimentos completos de braços e pernas foi 12% maior do que a força média executada somente com a ação dos braços. Estes autores concluíram que a força adicional foi gerada pelas pernas. A sua ação de estabilidade também é importante para o rolamento do corpo, pois, facilita as ações propulsivas da braçada (FREUDENHEIM & MADUREIRA, 2006).

Como no caso das braçadas, as pernas também são constituídas de *varreduras*. Especificamente no nado Crawl, existe dois tipos varreduras: para baixo e para cima (MAGLISCHO, 1999). Para FREUDENHEIM & MADUREIRA (2006), a ação das pernas pode ser dividida a propulsiva e de recuperação. Na primeira, a direção do deslocamento da perna deve ser para trás, para dentro e para baixo. Os movimentos não devem ocorrer apenas no sentido vertical, mas sim, vertical e diagonal, como consequência do rolamento do tronco. A ação das pernas para cima é considerada como movimento de recuperação, ou seja, não-propulsiva.

O corpo do nadador deve ocupar na água uma posição hidrodinâmica ao longo do eixo longitudinal e o tronco do nadador deve rolar em torno do próprio eixo. Desta forma, pode-se diminuir o arrasto passivo, bem como maximizar a força propulsiva dos braços (MAKARENKO, 2001; FREUDENHEIM & MADUREIRA, 2006).

A cabeça ocupa uma posição livre no eixo longitudinal do corpo, e os músculos do corpo e da cintura escapular encontram-se relaxados, esta posição correta auxilia não somente na obtenção da posição hidrodinâmica do corpo, mas também no equilíbrio e na facilitação dos movimentos respiratórios. A posição livre da cabeça e os músculos relaxados do pescoço diminuem por reflexo a tensão dos músculos da cintura escapular e das costas, contribuindo para o melhor rendimento das braçadas (MAKARENKO, 2001).

A respiração também é considerada uma variável fundamental do rendimento do atleta, pois, se o mesmo controlá-la de forma ineficiente, todo o nado será comprometido. Quando a face do nadador rompe a superfície da água (emersão), inicia-se a inspiração, a qual deve ser realizada pela boca de forma

rápida e profunda. Após a imersão da face, ocorre a expiração. As ações respiratórias podem ser unilaterais ou bilaterais. A unilateral é a forma mais utilizada por atletas de alto nível, compreende o indivíduo respirar somente para seu lado dominante. Já a respiração bilateral, o nadador alterna os lados para os quais realiza sua respiração (FREUDENHEIM & MADUREIRA, 2006)

As exigências para coordenação do nado estão relacionadas com a combinação dos movimentos de pernas e braços e, com a união dos movimentos de todos os segmentos corporais, ou seja, o nado Crawl é resultante da interação dos quatro componentes, ações dos braços, das pernas, do tronco e da respiração (MAKARENKO, 2001; FREUDENHEIM & MADUREIRA, 2006).

A sincronização dos braços pode ocorrer de três formas: deslizamento, oposição e sobreposição. Na sincronização por deslizamento, há quebra de continuidade na propulsão produzida pelos braços, isto é, durante alguns segundos o atleta não produz propulsão com nenhum dos braços. Na sincronização por oposição, o final da ação propulsiva de um braço é concomitante ao início da ação propulsiva do outro braço. Portanto, o nadador produz propulsão com os braços continuamente. A sincronização por sobreposição é caracterizada pela existência de uma ação dupla de propulsão dos braços o ciclo de braçada, desta forma o atleta em alguns momentos produz propulsão simultânea com os dois braços. Por sua vez, a sincronização entre os braços e a respiração deve ocorrer da seguinte forma: a inspiração iniciando durante o final da segunda varredura propulsiva e o retorno da face do atleta ocorrendo antes da segunda fase da recuperação (FREUDENHEIM & MADUREIRA, 2006).

A magnitude do arrasto passivo de forma (resistência ao deslocamento do atleta) é fortemente influenciada pela sincronização entre ações do tronco e dos braços. Para minimizá-la, o tronco do nadador deve atingir seu ponto máximo de rolamento ao final da última ação propulsiva do braço correspondente ao lado para qual ocorre o rolamento. Essa sincronização também permite ao executante ampliar o movimento dos braços (FREUDENHEIM & MADUREIRA, 2006).

A combinação de movimentos entre pernas e braços varia em função das provas a serem nadadas. Existem pernadas de 2 tempos reta e cruzada (duas pernadas para cada ciclo de braçadas), 4 tempos reta e cruzada (quatro pernadas



para cada ciclo de braçadas) e 6 tempos (seis pernadas para cada ciclo de braçada) (DUNDER, 2002).

Desta maneira, apenas ao considerar a própria execução do nado Crawl, tem-se uma dimensão da importância do componente técnico na explicação dos resultados competitivos dos nadadores.

### 3.2 Fatores determinantes do desempenho competitivo em nadadores

#### 3.2.1 Antropometria

A antropometria permite compreender a morfologia corporal em diferentes modalidades esportivas. Podem ser analisadas, entre outros objetivos, diferenças entre esportes no mesmo nível competitivo, no mesmo esporte em diferentes níveis competitivos, no mesmo esporte em diferentes idades cronológicas além de, comparar gêneros dentro do mesmo esporte e entre esportes diferentes.

Estas relações são especialmente importantes para os esportes aquáticos, pois, força de arrasto hidrodinâmica, força propulsiva e, flutuabilidade são influenciadas por medidas antropométricas tendo consequência direta no custo energético do nadador. Entre os fatores determinantes da força de arrasto e da flutuabilidade estão: o tamanho corporal absoluto (massa corporal, estatura, envergadura), o tamanho corporal relativo representado pela composição e forma corporal (somatotipo) além de algumas medidas derivadas tais como índice envergadura/estatura e índice diâmetro biacromial/biliocristal. Segmentos corporais tais como, comprimento de membros, diâmetros e circunferências influenciam a técnica e o desenvolvimento de força propulsiva. (MAZZA, ACKLAND, BACH, COSOLITO, 1994; PELAYO, WILLE, SIDNEY, BERTHOIN, LAVOIE, 1997; FERNANDES, BARBOSA & VILAS-BOAS, 2002).

Em revisão realizada por FERNANDES, BARBOSA & VILAS-BOAS (2002) com estudos entre os anos de 1968 até 2000, constatou-se que nadadores do sexo masculino:

- São mais altos do que a população geral;

- Possuem índice envergadura/estatura entre 1.03 a 1.07 sendo estes valores maiores do que a referência da população geral;
- Possuem índice diâmetro biacromial/biiliocristal com valores entre 1.42 a 1.49; é necessário considerar que estes valores têm relação com o aumento da idade cronológica dos nadadores.

Admitindo-se que outros desportistas também podem ser mais altos e com elevados índices envergadura / estatura em comparação com a população geral, estas medidas quando analisadas isoladamente parecem não ser discriminantes para nadadores.

Os nadadores que possuem elevados valores de diâmetro biacromial (ombros largos) e baixos valores de diâmetro biiliocristal (quadril estreito), têm o coeficiente de arrasto inferior aos que não possuem esta forma corporal, conseqüentemente, apresentam posição hidrodinâmica superior aos demais nadadores restantes (FERNANDES, BARBOSA & VILAS-BOAS, 2002).

Em 1991, na cidade de Perth, Austrália, durante o Campeonato Mundial de Esportes Aquáticos, CARTER & ACKLAND (1994) realizaram uma pesquisa sobre morfologia relacionada ao desempenho competitivo dos nadadores de alto nível. No total, participaram novecentos e dezenove (n = 919) atletas das quatro modalidades aquáticas (Natação, Pólo Aquático, Nado Sincronizado e Saltos Ornamentais). Na natação, participaram duzentos e trinta e um (n = 231) atletas do sexo masculino e cento e setenta (N=170) atletas do sexo feminino subdivididos pelo evento competitivo que os nadadores tinham o melhor resultado. Foram mensuradas além da idade cronológica, quarenta e duas variáveis antropométricas sendo: massa corporal, estatura, envergadura, oito dobras cutâneas, dez medidas de comprimentos, treze medidas de circunferências e oito medidas de diâmetros.

Ao analisar o tamanho corporal absoluto, foram descritas comparações entre nadadores de diferentes provas (Crawl, Costas, Peito, Borboleta) de 50, 100 e 200 metros; comparações entre nadadores de curta (50 e 100 metros), média (200 e 400 metros) e longa distância (800 e 1500 metros) para o nado livre (Crawl) e, comparações entre os 12 melhores nadadores e o restante para todas as provas (Crawl, Costas, Peito, Borboleta) e distâncias.

Na comparação entre diferentes provas de 50, 100 e 200 metros para o sexo masculino foi possível observar que:

- Nadadores de Crawl são maiores que nadadores de peito e borboleta;
- Nadadores de Crawl têm maior circunferência de cabeça e diâmetro peitoral transversal que nadadores de peito;
- Nadadores de Crawl têm maiores comprimentos de membros inferiores que nadadores de Peito e Borboleta e maiores comprimentos de coxa em comparação a nadadores de Borboleta.

De acordo com os mesmos autores, apesar das diferenças observadas, não foi possível determinar fatores discriminantes para nadadores do nado Costas permitindo deste modo afirmar que para nadadores de Crawl em nível olímpico, existem outras medidas que explicam o desempenho competitivo para provas de 50, 100 e 200 metros, mas, isto não implica em desprezar os componentes antropométricos, apenas deve-se considerar a interação deste com outros fatores determinantes.

Na comparação entre os melhores e os piores resultados, de maneira generalizada para os cinco nados (Crawl, Costas, Peito, Borboleta e Medley), os melhores nadadores eram mais velhos, mais altos e possuíam maiores comprimentos de membros superiores e inferiores que os piores nadadores.

Estes dados confirmam a importância das medidas de estatura, comprimento de membros inferiores e superiores para nadadores de nível olímpico corroborando com os resultados referentes à influência da força propulsiva, força de arrasto e flutuabilidade desenvolvidas por MAZZA, ACKLAND, BACH, COSOLITO (1994), PELAYO, WILLE, SIDNEY, BERTHOIN, LAVOIE (1997) e FERNANDES, BARBOSA & VILAS-BOAS (2002). No nível olímpico, a idade cronológica também foi considerada fator relevante para nadadores mais velozes indicando um estágio maturacional mais avançado e/ou tempo de prática mais efetivo; assim sendo, ao analisar o desempenho de jovens nadadores, é imprescindível que a idade cronológica seja controlada ou faça parte dos resultados competitivos.

### 3.2.2 Composição corporal e somatotipia

A composição corporal é comumente referenciada à estimativa de gordura corporal, baseada no fracionamento do corpo em dois componentes: massa gorda e massa magra, esta última também é designada em livros-texto e artigos como massa livre de gordura (MARTIN & WARD, 1996). A estimativa do peso corporal ideal de atletas e o monitoramento de mudanças na composição corporal associadas ao crescimento, desenvolvimento, maturação e idade cronológica estão entre os principais objetivos de aplicação da avaliação da composição corporal (HEYWARD & STOLARCZYK, 2000).

Somatotipia é uma das técnicas utilizadas para medir a forma corporal dos indivíduos. A quantificação da forma corporal é expressa por três números que representam a endomorfia, mesomorfia e ectomorfia. Endomorfia é relativa à gordura corporal, mesomorfia é relativa à robustez músculo-esquelética e ectomorfia é relativa à linearidade física. Estes três números resumem a forma física independente da estatura. Valores de  $\frac{1}{2}$  a  $2\frac{1}{2}$  são baixos, 3 a 5 são moderados,  $5\frac{1}{2}$  a 7 são altos e acima de  $7\frac{1}{2}$  são muito altos (CARTER & HEATH, 1990).

No caso da Natação, o uso da composição corporal e do somatotipo pode não contribuir para explicação do resultado competitivo, pois, o peso do corpo na água em decúbito é anulado pela ação do empuxo. Porém, deve-se considerar que a massa gorda possui maior flutuabilidade do que a massa magra, possibilitando que, os nadadores com nível de adiposidade superior aos seus parceiros necessitam de um menor custo energético para sustentar o peso do corpo na água. É necessário verificar se estes componentes antropométricos influenciam significativamente no resultado competitivo para jovens nadadores.

Na comparação entre nadadores de diferentes nados e distâncias e diferentes níveis competitivos, não foram encontradas diferenças significativas para o somatotipo na pesquisa realizada por CARTER & MARFELL-JONES (1994). Estas evidências sugerem o somatotipo seja analisado em comparação a outros esportes com a finalidade de detectar possíveis diferenças entre as formas corporais, pois o mesmo não teve significância sobre o desempenho na Natação. Até o momento sabe-se que independentemente da prova e da distância, nadadores têm valores de

somatotipo 2-5-3 indicando gordura corporal relativamente baixa, robustez músculo-esquelética moderada a alta, e, linearidade média (CARTER & MARFELL-JONES, 1994; FERNANDES, BARBOSA & VILAS-BOAS, 2002), caracterizando-se indivíduos do tipo ecto-mesomórficos.

DRINKWATER & MAZZA (1994) utilizaram o protocolo da soma de 6 dobras cutâneas para medida de composição corporal (tríceps, subescapular, abdominal, supraespinhal, coxa e perna) em 231 nadadores olímpicos do sexo masculino em diferentes provas e distâncias. Os resultados foram os seguintes:

- Nadadores de 50 e 100 metros nado Livre, 1500 metros nado Livre, 50 e 100 metros nado Peito, 200 e 400 metros Medley têm baixa adiposidade em relação aos nadadores de longa distância (25 km);
- Nadadores de 200 e 400 metros nado Livre, 1500 metros nado Livre, e de longa distância (25km) têm menor percentual de massa muscular magra em comparação com nadadores de 50 e 100 metros nado Peito;
- Nadadores mais velozes não se diferenciaram dos nadadores menos velozes em nenhum aspecto da composição corporal.

Na relação entre desempenho competitivo de 100 jardas (91,4 m), composição corporal e somatotipo em 31 nadadores universitários do sexo masculino ( $20,5 \pm 1,9$  anos), SIDERS, LUKASKI & BOLONCHUK (1993) não observaram relação significativa entre as variáveis estudadas tanto no início como no final da temporada (intervalo de 12 semanas) conforme observado na TABELA 1.

TABELA 1 - Relação entre desempenho competitivo de 100 jardas, composição corporal e somatotipo em nadadores universitários do sexo masculino (adaptado de SIDERS, LUKASKI & BOLONCHUK, 1993).

<i>Variáveis</i>	<i>Correlação de Pearson (início da temporada)</i>	<i>Correlação de Pearson (final da temporada)</i>
Idade	-0.029	-0.026
Peso	-0.193	0.019
Estatura	-0.009	-0.030
Peso na água	-0.227	-0.077
Gordura corporal (%)	0.102	0.224
Peso da gordura	0.050	0.221
Peso livre de gordura	-0.231	-0.072
Endomorfia	-0.014	0.182
Mesomorfia	-0.073	0.151
Ectomorfia	0.130	-0.045

\*Significante ao nível de 5%

\*\*Significante ao nível de 1%

De acordo com a revisão realizada referente à composição corporal e somatotipia, não foram verificados aspectos marcantes que diferenciavam nadadores de curta distância (50 e 100 metros) de todas as provas em comparação com nadadores de média e longa distância. Do mesmo modo, os nadadores mais rápidos não apresentaram nenhuma vantagem significativa para componentes de composição corporal e somatotipo.

### 3.2.3 Aptidão física

Dentre os componentes predominantes nas pesquisas de desempenho esportivo na Natação, força muscular e resistência aeróbia são os únicos

componentes de aptidão física citados na literatura embora, para o sexo feminino a flexibilidade do ombro e do tornozelo também seja considerada como predominante (POPPLTON, SALMONI, 1991). Serão apresentados a seguir estudos que indiquem a presença isolada da força muscular e da resistência aeróbia como fatores determinantes do desempenho na Natação.

### 3.2.3.1 Força muscular

De acordo com HOLLMANN & HETTINGER (2005), um músculo desenvolve força por meio da tensão. As principais formas de manifestação da força no ser humano são a estática e a dinâmica. Força dinâmica resume-se no trabalho exercido de maneira voluntária para mover uma massa dentro de um processo programado. Entre as formas de apresentação da força dinâmica têm-se a força rápida ou explosiva ou também conhecida como potência muscular, que se caracteriza como o esforço para mover uma massa de maneira mais explosiva possível.

Nos homens, o centro de equilíbrio do corpo dentro da água situa-se próximo à região peitoral, permitindo que o tronco se mantenha estável na superfície da água, com uma tendência dos membros inferiores submergirem. Esta submersão também sofre influência da predominância de massa magra nos membros inferiores. Sendo assim, é de extrema importância o uso da pernada para sustentação do corpo na superfície da água. Em nadadores adultos, pesquisadores estimam que a pernada represente 30% da propulsão total dos nados Crawl, Costas e Borboleta e 50% para o nado Peito (MAGLISCHO, 1999). Para uma execução eficiente da pernada durante as provas mais rápidas, pressupõe-se que além de uma técnica eficaz, a força rápida também conhecida como potência muscular tenha contribuição significativa para propulsão e sustentação do corpo na água.

De acordo com HULL (1997) e HAWLEY, WILLIAMS, VICKOVIC & HANDCOCK (1992) a flexibilidade na articulação do tornozelo e a força dos músculos que atuam no batimento de pernas são responsáveis pela diferença de desempenho da pernada com fase de ação para baixo como é o caso do nado Crawl.

A capacidade de gerar força muscular máxima durante a Natação é complexa e depende da interação com aspectos mecânicos que envolvem a técnica de nado (COSTILL, MAGLISCHO & RICHARDSON, 1992). Os atletas mais fortes não são necessariamente os mais rápidos se não puderem aplicar sua força em alta velocidade, por outro lado, os nadadores com uma rápida frequência de braçada não ganharão provas a menos que possam aplicar um grau razoável de força (MAGLISCHO, 1999).

Em único estudo encontrado com jovens nadadores, SCHNEIDER & MEYER (2005) analisaram a força máxima de 27 meninos agrupados em 2 níveis maturacionais: pré-púberes (n = 11;  $9,0 \pm 0,7$  anos) e púberes (n = 16;  $13,6 \pm 1,2$  anos). Foram realizadas medidas de flexão de cotovelo e extensão de joelho em aparelho isocinético e de forma isométrica. Os resultados foram significativamente superiores ( $p < 0,05$ ) para nadadores púberes em todas as medidas de força. Maior estatura, peso corporal e horas de treino semanais dos meninos púberes em comparação aos pré-púberes foram indicados como as possíveis causas destas diferenças.

Os resultados anteriores são condizentes com a curva de crescimento da força desde os 8 até os 16 anos de idade (MALINA, BOUCHARD, BAR-OR, 2004). A avaliação da maturação biológica deve ser realizada com o propósito de controlar a influência da mesma no desempenho da força. Outros estudos que utilizaram força muscular como componente de rendimento esportivo em nadadores foram realizados de forma multidisciplinar com outras variáveis e serão apresentados no item 3.3 deste capítulo.

### 3.2.3.2 Resistência aeróbia

Para PATE & WARD (1996), três componentes agem em conjunto para determinar o desempenho aeróbio. O primeiro componente é a potência aeróbia máxima, definida por LÉGER (1996) como “a intensidade máxima de exercício que pode ser sustentada em estado estável de aerobiose”. Do ponto de vista prático, coincide com o platô alcançado num teste de consumo de oxigênio máximo ( $VO_{2máx}$ ).



As medidas de  $VO_{2m\acute{a}x}$  são expressas em litros por minuto (l/min.) ou mililitros por quilograma por minuto (ml/kg/min.)

A habilidade de sustentar o gasto de energia por via aeróbia é função do segundo componente, o limiar de lactato. BILLAT, SIRVENT, PY, KORALSZTEIN, MERCIER (2003) definem limiar de lactato como a máxima concentração de lactato no sangue à máxima carga de trabalho que pode ser mantida durante um período de tempo sem contínuo acúmulo de lactato sanguíneo. Os atletas normalmente desempenham os treinamentos em intensidade de limiar de lactato também conhecido como limiar anaeróbio. Os valores de limiar de lactato são medidos em mmol/L (milimols de lactato por litro de sangue).

O terceiro componente deste processo é a economia de movimento definida como a taxa do consumo de oxigênio observada num ritmo específico de movimento. O indivíduo mais econômico é apto a desempenhar uma dada velocidade com baixo consumo de oxigênio.

LÉGER (1996) enfatiza que os três componentes descritos (potência aeróbia, limiar anaeróbio e economia de movimento) atuam de forma integrada, ou seja, embora uma corrida de longa distância ou uma carga máxima durante um teste de multiestágios seja freqüentemente usada para predizer  $VO_{2M\acute{A}X}$ , os testes podem medir essencialmente combinações de dois ou três componentes do rendimento aeróbio.

A economia de nado é considerada como um dos fatores determinantes no desempenho na natação. Para quantificar a economia de nado como parâmetro válido no treinamento de nadadores utiliza-se a medida de custo energético de nado desde 1970 (FERNANDES, BILLAT, CRUZ, COLAÇO, CARDOSO, VILAS-BOAS, 2005).

Custo energético é definido por di PRAMPERO (1986) como a quantidade de energia gasta no transporte da massa corporal de um sujeito por determinada distância.

CAPELLI, PENDERGAST, TERMIN (1998) estudaram o custo energético em 20 nadadores universitários do sexo masculino com idade de  $18,9 \pm 0,94$  anos e determinaram o percentual energético utilizado para provas de 50, 100 e 200 jardas em velocidade máxima, respectivamente 45,7 metros, 91,4 metros e 182,9 metros.

Na TABELA 2 são apresentados os resultados referentes ao custo energético aeróbio ( $C_{AER}$ ), anaeróbio láctico ( $C_{ANAE\ LAT.}$ ) e anaeróbio alático ( $C_{ANAE\ ALAT.}$ ) do nado crawl, porém, o estudo também fornece valores para o nado costas, peito e borboleta (CAPELLI, PENDERGAST, TERMIN, 1998).

TABELA 2 – Custo energético para provas do nado crawl em nadadores universitários do sexo masculino (CAPELLI, PENDERGAST, TERMIN, 1998).

<i>Distância (m)</i>	<i>Nado</i>	<i>Velocidade (m/s)</i>	$C_{AER}(\%)$	$C_{ANAE\ LAT}(\%)$	$C_{ANAE\ ALAT}(\%)$
45.7	CRAWL	1.97 ± 0.07	15.3 ± 6.06	58.9 ± 8.36	25.8 ± 4.16
91.4		1.75 ± 0.05	33.3 ± 2.30	47.2 ± 4.61	19.6 ± 2.51
182.9		1.62 ± 0.05	61.5 ± 2.46	24.7 ± 2.81	13.8 ± 0.20

Na prova dos 45,7 metros (50 jardas) a contribuição anaeróbia corresponde a 84,7% de todo o custo energético restando apenas 15,3% para o metabolismo aeróbio. Na prova dos 91,4 metros (100 jardas) a contribuição anaeróbia é de 66,8 % em comparação com 33,2% no metabolismo aeróbio. Na prova dos 182,9 metros (200 jardas) o metabolismo aeróbio corresponde a 66,5% em comparação aos 38,5% do metabolismo anaeróbio.

Os resultados obtidos CAPELLI et al. (1998) na natação (a prova de 182,9 metros com duração média de 112,9 segundos, e velocidade de 1,62m/s) divergem consideravelmente dos resultados da fisiologia do exercício. Para o tempo de 112,9 segundos em 182,9 metros a contribuição do metabolismo aeróbio foi superior ao anaeróbio não corroborando com o proposto por MCARDLE, KATCH, KATCH (1998), conforme apresentado no QUADRO 1, em que a predominância aeróbia só ocorreria aos quatro minutos (240 segundos) de exercício de duração máxima.

QUADRO 1 - Contribuição relativa à energia por via aeróbia e anaeróbia durante atividade física máxima de várias durações (MCARDLE, KATCH & KATCH, 1998).

	DURAÇÃO DO EXERCÍCIO MÁXIMO								
	10 SEG.	30 SEG.	60 SEG.	2 MIN.	4 MIN.	10 MIN.	30 MIN.	60 MIN.	120 MIN.
% via anaeróbia	90	80	70	50	35	15	5	2	1
% via aeróbia	10	20	30	50	65	85	95	98	99

Os dados evidenciados pelo estudo com nadadores (CAPELLI et al., 1998) nos conduzem à hipótese que as provas de 100 metros nado Livre com duração máxima aproximada em 60 segundos em adultos e 70 segundos em crianças e jovens têm o metabolismo anaeróbio como meio principal de fornecimento de energia.

Na pesquisa de POUJADE, HAULTIER & ROUARD (2002) houve o objetivo de buscar relações entre  $VO_{2máx}$ , custo energético, antropometria e prova de 400 metros nado Crawl. Foram avaliados 11 nadadores com idade de  $12,4 \pm 0,5$  anos através de medidas de massa corporal, estatura, área de superfície, adiposidade, envergadura, desempenho de 400 metros nado Crawl para valores de velocidade de  $VO_{2máx}$  ( $vVO_{2máx}$ ) e 3 x 200 metros nado Crawl a três velocidades (0.9, 1.0 e 1.1 m/s) para medir o custo energético ( $C_e$ ). O desempenho na prova de 400 metros nado Crawl teve uma duração de 5 min. e 35 seg.  $\pm$  10 seg. com velocidade média de  $1,19 \pm 0,03$  m/s e valor de  $VO_{2máx}$  de  $2,19 \pm 0,38$  l/min. A velocidade média de 400 metros ( $v_{m400m}$ ) se correlacionou positivamente e significativamente ( $p < 0,001$ ) com o  $VO_{2máx}$  ( $r = 0,87$ ) e quando os valores foram normalizados pela área de superfície continuaram significativamente correlacionados ( $r = 0,82$ ;  $p < 0,01$ ). Não foram observadas correlações significantes da  $v_{m400m}$  com medidas antropométricas e com medidas de custo energético, pois, o nadador com maior velocidade demonstrou

ser menos eficiente indicando que para provas de média distância, a potência aeróbia máxima é determinante para jovens nadadores.

KJENDLIE, INGJER, STALLMANN & STRAY-GUNDERSEN (2004) ao estudar os fatores determinantes do custo energético do nado crawl em 10 crianças ( $11,7 \pm 0,8$  anos) e 13 adultos ( $21,4 \pm 3,7$  anos) chegaram à conclusão que estatura ( $r = 0,74$ ), massa corporal ( $r = 0,86$ ), superfície de propulsão (produto da largura da mão pelo comprimento de membros superiores) ( $r = 0,61$ ), comprimento de membros superiores ( $r = 0,66$ ), distância entre o centro de massa e o centro de volume ( $\Delta d$ ) ( $r = 0,74$ ), ângulo do corpo durante o nado ( $r = - 0,56$ ) têm relações significantes com o custo energético a uma velocidade de 1.0m/s. Quando o custo energético é normalizado pelo tamanho corporal, não existem diferenças entre os grupos de crianças e adultos. Estes resultados indicam a relação acentuada existente entre antropometria e custo energético corroborando com PELAYO, WILLE, SIDNEY, BERTHOIN, LAVOIE (1997) e WELLS, SCHNEIDERMAN-WALKER, PLYLEY (2006).

Embora a maioria dos estudos relate o desempenho aeróbio por meio de medidas de consumo máximo de oxigênio, o alto custo de equipamentos, a disponibilidade de tempo no laboratório, a dificuldade em aplicar testes com máscara de oxigênio dentro da água e grandes turmas de treinamento são aspectos limitantes para a aplicabilidade prática durante o treinamento para nadadores. Desta maneira, pesquisadores têm procurado alternativas para tornar as medidas de desempenho aeróbio que sejam confiáveis cientificamente e com aplicabilidade prática. Entre essas medidas, serão apresentados os estudos que utilizaram velocidade crítica.

A definição de velocidade crítica na natação surgiu do conceito de potência crítica que, conforme MONOD & SCHERRER (1965), é definida como a intensidade de exercício que pode ser teoricamente mantida por um longo período sem fadiga, no caso da Natação velocidade crítica é a maior velocidade que pode ser mantida continuamente sem exaustão. A velocidade crítica é obtida através do declive “a” da reta de regressão entre a distância de teste ou de prova e o respectivo tempo, quando a primeira é nadada em velocidade máxima conforme apresentado na FIGURA 1 (WAKAYOSHI, YOSHIDA, UDO, KASAI, MORITANI, MUTOH & MIYASHITA, 1992).

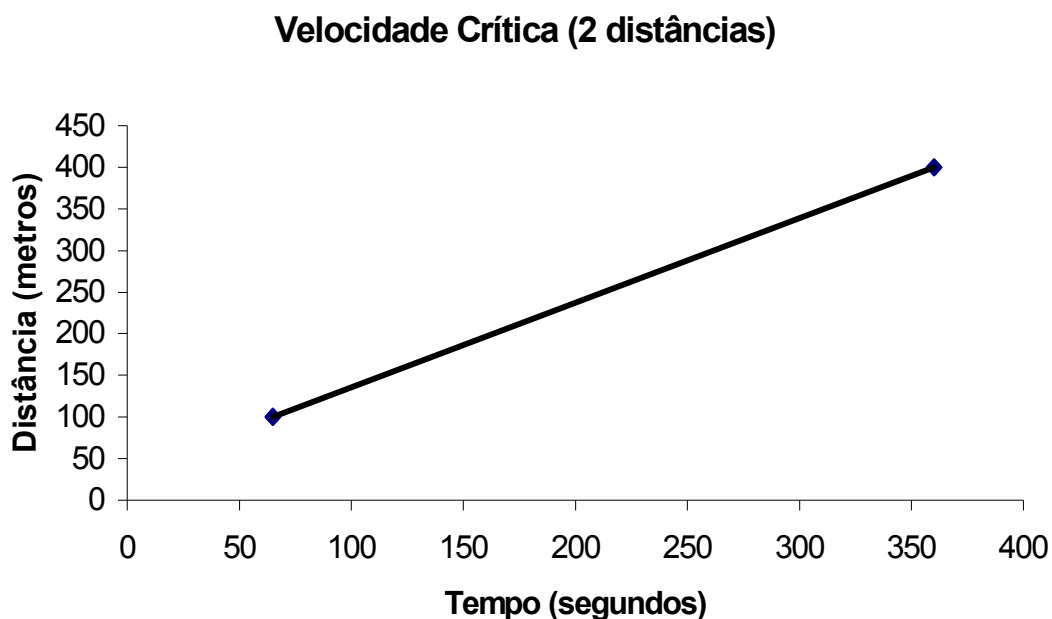


FIGURA 1 – Relação distância x tempo para predição da velocidade crítica.

Esta acentuada linearidade nas distribuições revela que é possível determinar a velocidade crítica através de cálculos simplificados utilizando apenas duas distâncias. Deve-se considerar, porém, que a omissão de uma distância longa poderá conduzir a uma sobrevalorização da velocidade crítica (VILAS-BOAS, LAMARES, FERNANDES, DUARTE, 1997).

A velocidade crítica correlaciona-se significativamente com a velocidade a 4 mmol/L tanto no “swim flume” ( $r^2 = 0,89$ ) quanto na piscina ( $r^2 = 0,99$ ), portanto, corresponde à velocidade de nado que pode ser mantida no estado estável máximo de lactato e, desta forma, representa a velocidade limite de equilíbrio entre a produção e a remoção do lactato (WAKAYOSHI, YOSHIDA, UDO, KASAI, MORITANI, MUTOH & MIYASHITA, 1992; WAKAYOSHI, YOSHIDA, UDO, HARADA, MORITANI, MUTOH, MIYASHITA, 1993)

Para di PRAMPERO (1999) o uso do modelo linear de distância-tempo estipula que a faixa de exaustão dos tempos deve ser tal que, através das intensidades investigadas, as reservas anaeróbias devem ser completamente utilizadas e o consumo máximo de oxigênio possa ser alcançado. Com estas considerações, a faixa de intensidade que pode ser utilizada para a velocidade crítica na natação varia entre 2 até 15-20 minutos.

Não foram encontrados estudos que evidenciassem relações entre velocidade crítica e desempenho competitivo para jovens nadadores. Na literatura atual, existem pesquisas que buscam validar o método para uso como indicador de limiar anaeróbio em jovens nadadores, porém, como será visto a seguir, os resultados são passíveis de longas discussões ao redor do uso de 4mmol/L como critério para jovens assim como, as distâncias que devem ser utilizadas para estimar a velocidade crítica.

DENADAI, GRECO e DONEGA (1997) com o propósito de testar a validade da velocidade crítica (VC) determinada de acordo com a proposta de Wakayoshi et. al. (1992), investigaram 18 crianças entre 10 e 15 anos (divididos em dois grupos: grupo 1: 10-12anos / grupo 2: 13-15anos) que iniciaram o treinamento de Natação. Para a determinação da velocidade crítica, foram realizadas repetições de 50, 100, 200 metros nado Livre em velocidade máxima anotando-se os respectivos tempos para cada distância. A velocidade de limiar anaeróbio (Lan) nos dois grupos (grupo 1:  $0,82 \pm 0,09\text{m/s}$ ; grupo 2:  $0,94 \pm 0,12\text{m/s}$ ) foi significativamente maior ( $p < 0,05$ ) que a VC (grupo 1:  $0,78 \pm 0,25\text{m/s}$ ; grupo 2:  $0,90 \pm 0,13\text{m/s}$ , respectivamente). Houve correlação entre a velocidade do Lan e a VC para grupos 1 e 2 ( $r = 0,96$  e  $r = 0,94$ , respectivamente). A concentração de lactato correspondente a VC foi de  $2,71 \pm 1,12\text{mmol/L}$  e  $2,82 \pm 0,86\text{mmol/L}$ , respectivamente para o 1° (10-12 anos) e 2° grupo (13-15 anos). As concentrações de lactato encontradas através desta metodologia foram próximas do valor de 2,5mmol/L investigado por WILLIAMS & ARMSTRONG (1991).

FERNANDES & VILAS-BOAS (1999) ao buscar evidências de validação da velocidade crítica (VC) em jovens nadadores, utilizaram da velocidade de nado aos 4 mmol/L (V4) de Mader et. al. (1976) e do teste de 30 minutos (vT-30) de Olbretch et al. (1985) como medidas critério. Foram analisados 53 nadadores (n=29 masculino; n=24 feminino) com idades de 15,4 anos para o sexo masculino e 13,9 anos para o sexo feminino. A velocidade crítica foi obtida através dos tempos de competição nas distâncias de 50, 100, 200, 400, 800 e/ou 1500 metros nado Livre. Os valores de velocidade obtidos para o sexo masculino (V4 =  $1,40 \pm 0,08\text{m/s}$ ; VC =  $1,34 \pm 0,07\text{m/s}$ ; vT30 =  $1,34 \pm 0,06\text{m/s}$ ) e para o sexo feminino (V4 =  $1,29 \pm 0,06\text{m/s}$ ; VC =  $1,22 \pm 0,07\text{m/s}$ ; vT30 =  $1,22 \pm 0,07\text{m/s}$ ) evidenciam que a velocidade crítica e o teste

de 30 minutos podem ser considerados indicadores de velocidade aos 4 mmol/L pois, todos os valores apresentaram correlações significativas além de apresentar coeficientes de determinação que variaram entre 67% ( $vT30 \times V4$ ) e 79% ( $vT30 \times VC$ ), além destes valores, o  $r^2$  entre  $VC \times V4$  foi de 74%.

A presente revisão de literatura sobre indicadores de resistência aeróbia associados ao desempenho competitivo de jovens nadadores não forneceu subsídio teórico que confirmasse a participação deste componente em provas de curta distância, porém, pode ser afirmado que o componente aeróbio atua entre 30 a 35% de todo o custo energético para prova dos 100 metros nado Crawl em adultos. Logo mais nos estudos multidisciplinares serão verificadas as influências dos componentes aeróbios em conjunto com outros aspectos determinantes de desempenho dos nadadores.

#### 3.2.4 Parâmetros técnicos

As habilidades do nadador em reduzir a resistência da água e a efetividade da aplicação da força de propulsão são tão importantes na determinação das demandas fisiológicas da natação quanto a análise do tempo de duração do exercício. Entre as variáveis de habilidade que podem ser mensuradas com o propósito de disponibilizar ferramentas úteis para a utilização em treinamentos estão a frequência e o comprimento de braçada, assim como o índice de eficiência de nado (SHARP, 2003).

O índice de eficiência de nado ( $m^2/ciclo/s$ ) pode ser calculado multiplicando-se a velocidade de nado (m/s) pelo comprimento de braçada. Este índice assume que a dada velocidade, o nadador que move maior distância por braçada tem uma técnica mais eficiente. Este é um dos componentes fundamentais da análise técnica e tem sido objeto de estudo sobre o desempenho de nadadores de alto nível (PELAYO, WILLE, SIDNEY, BERTHOIN, LAVOIE, 1997).

De acordo com SMITH, NORRIS, HOGG (2002) a velocidade de nado “limpo”, ou seja, a velocidade que não sofre interferência da saída e das viradas, a frequência de braçada e o comprimento de braçada são determinados entre as distâncias após os 15 metros, 5 metros antes da virada, 10 metros após a virada, e 5

metros antes do final. A frequência de braçada (ciclo/s) é medida como o número de segundos necessários para completar um ou dois ciclos de braçadas, porém, outros estudos têm investigado com sucesso o índice de eficiência de nado contando mais que dois ciclos (KLIKA & THORLAND, 1994; JURIMÄE et al., 2007). Comprimento de braçada (m/ciclo) é calculado usando a fórmula: velocidade de nado (m/s) ÷ frequência de braçada (ciclos/seg.).

PELAYO, SIDNEY, KHERIF, CHOLLET & TOURNY (1996) relacionaram a velocidade de nado, frequência de braçada, comprimento de braçada e variáveis antropométricas em homens e mulheres de nível competitivo internacional para provas de 50, 100, 200, 400, 800 e 1500 metros nado Livre. Os resultados verificados são apresentados na TABELA 3.

A velocidade e o comprimento de braçada são estatisticamente superiores para os homens em comparação com as mulheres indicando desta forma que o comprimento de braçada é o fator significativo para a maior velocidade dos homens.



TABELA 3 – Média e desvio-padrão da velocidade, freqüência de braçada, e comprimento de braçada para homens e mulheres no nado livre (PELAYO, SIDNEY, KHERIF, CHOLLET & TOURNY, 1996).

Sexo	Evento	Velocidade (m/s)		Freqüência de braçada (ciclos/min)		Comprimento de braçada (m <sup>2</sup> /ciclo/s )	
		M	DP	M	DP	M	DP
Homens	50m (n = 57)	2.11	0.05	57.61	4.67	2.21	0.18
	100m (n = 73)	1.94	0.04	51.37	4.82	2.28	0.19
	200m (n = 56)	1.76	0.03	45.49	4.75	2.35	0.24
	400m (n = 73)	1.66	0.03	44.59	3.34	2.24	0.18
	1500m (n = 44)	1.57	0.03	42.45	2.95	2.23	0.17
Mulheres	50m (n = 65)	1.84**	0.04	56.39	3.49	1.96**	0.12
	100m (n = 73)	1.70**	0.03	49.37	2.97	2.07**	0.12
	200m (n = 64)	1.57**	0.03	45.56	3.34	2.08**	0.16
	400m (n = 50)	1.51**	0.04	45.70	3.66	1.99**	0.17
	800m (n = 50)	1.48**	0.03	45.40**	2.73	1.96**	0.12

\*\*Diferenças estatisticamente significantes entre homens e mulheres ( $p < 0,01$ )

PELAYO, WILLE, SIDNEY, BERTHOIN & LAVOIE (1997) analisaram 1097 nadadores de nível escolar de 11 a 17 anos de ambos os sexos em nível competitivo escolar, com o objetivo de identificar variáveis que explicassem a velocidade, comprimento e freqüência de braçada além do índice de eficiência de nado na prova de 50 metros nado Livre. Idade cronológica e gênero afetam a velocidade significativamente ( $p < 0,01$ ); quando normalizada pela estatura, a velocidade aumenta significativamente em meninos ( $p < 0,01$ ); o comprimento da braçada e o índice de eficiência de nado aumentam significativamente em meninos ( $p < 0,01$ ) e quando normalizados pela envergadura, permanecem com aumento significativo. O comprimento de braçada aumentou de 1,19 m/ciclo para 1,58 m/ciclo (aumento de 32,8%) dos 11 aos 17 anos para os meninos diferentemente da freqüência de

braçada que permaneceu com valores constantes para mesma faixa etária. O índice de eficiência de nado aumentou 76,7% dos 11 aos 17 anos. Estes resultados enfatizam a importância do comprimento de braçada e do índice de eficiência de nado como componentes técnicos primordiais para provas de curta distância em todos os estágios maturacionais.

### 3.3 Pesquisas com delineamento de análise estatística multivariada sobre os fatores determinantes do desempenho competitivo de jovens nadadores

As medidas antropométricas, medidas de aptidão física e parâmetros técnicos influenciam de maneira significativa o desempenho competitivo de nadadores adultos e jovens em diferentes situações de prova. No entanto os procedimentos de análise estatística univariado das pesquisas apresentadas até o momento não permitem a compreensão do fenômeno como um todo, podendo levar a uma avaliação parcial dos fatores influentes no desempenho esportivo de nadadores.

Deste modo surge o questionamento a respeito da contribuição parcial e em conjunto das variáveis consideradas determinantes para o desempenho competitivo na Nataação. Uma estratégia metodológica na busca de resposta para esta questão, é a utilização de procedimentos de análise estatística multivariados. Neste sentido serão apresentados a seguir os trabalhos de pesquisa onde foram utilizados procedimentos de análise multivariado na busca de um melhor entendimento das variáveis influentes no desempenho de nadadores.

Na tentativa de identificar os fatores que diferenciavam jovens nadadores como potenciais talentos, BLANKSBY, BLOOMFIELD, PONCHARD, ACKLAND (1986) buscaram as relações que existem entre variáveis anatômicas e fisiológicas e o desempenho na prova de 100 metros nado Livre em jovens nadadores de elite (n=82) com idades entre 9 e 13 anos de ambos os sexos. O valor utilizado para o desempenho competitivo foi a razão entre cada tempo (segundos) em comparação com o recorde estadual do leste australiano para distância e grupo etário. Por intermédio de uma análise de regressão múltipla, explicou-se 20% da variância desta

prova pela força de flexão da coxa, volume expiratório forçado, dobra tricipital e largura femoral epicondilar.

KLIKA & THORLAND (1994) estudaram o desempenho competitivo de crianças e jovens nadadores com a hipótese que em provas de curta distância as variáveis determinantes de desempenho estão associadas à idade cronológica. Participaram do estudo 28 atletas do sexo masculino: 12 pré-púberes com idades entre 9-12 anos e 16 atletas pós-púberes com idades entre 17-22 anos. A prova de curta distância analisada compreendia 100 jardas, o equivalente à 91,4 metros. Ambos os grupos foram subdivididos em mais velozes (atletas que tinham velocidade acima da média do grupo), menos velozes (atletas que tinham velocidade abaixo da média do grupo). Para a análise do desempenho competitivo entre atletas mais velozes e menos velozes foram realizadas medidas antropométricas, de aptidão física, medidas de técnica de nado além do tempo de 100 jardas. Os resultados são apresentados na QUADRO 2. Todas as medidas são apresentadas em ordem decrescente de importância significativa para ambos os grupos e discriminam nadadores mais velozes dos nadadores menos velozes.

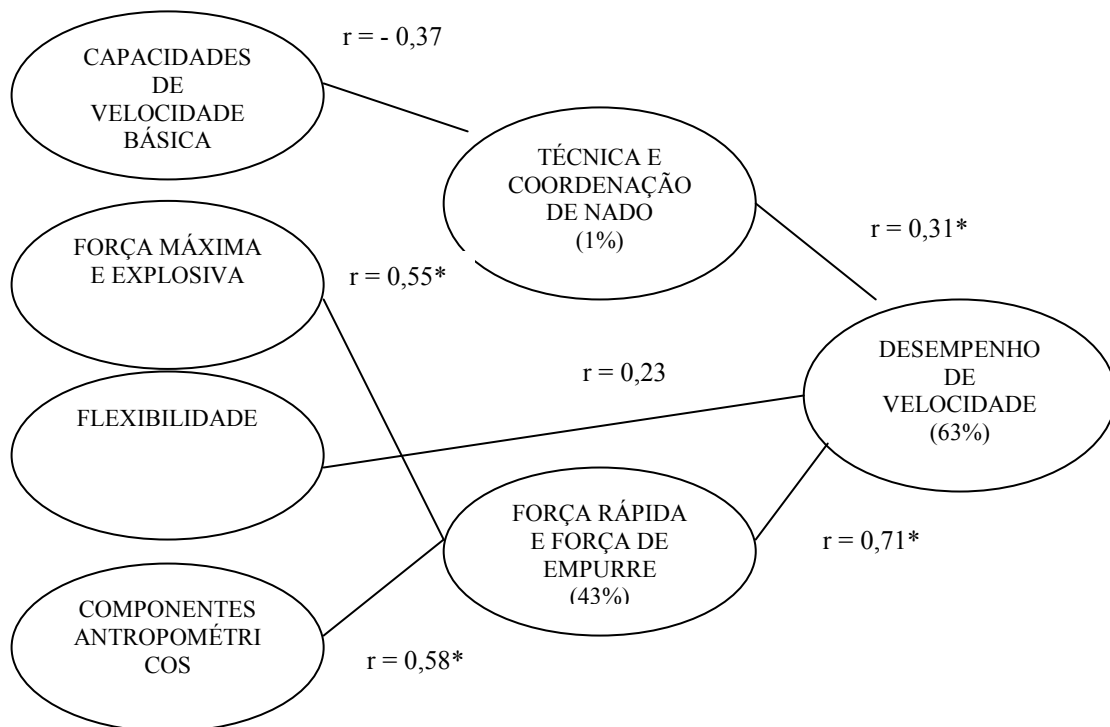
QUADRO 2 - Variáveis incluídas no modelo de desempenho competitivo dos nadadores mais velozes para ambos os grupos etários.

<b>PRÉ-PÚBERES</b>	<b>PÓS-PÚBERES</b>
Força de pernada	Comprimento de braçada
VO <sub>2pico</sub>	Densidade Corporal
Comprimento de braçada	Índice de muscularidade
Índice de muscularidade	

Como pôde ser observado no QUADRO 2 tanto o comprimento de braçada como o índice de muscularidade (massa corporal magra / estatura<sup>2</sup>), representam variáveis que exercem influencia significativa no desempenho dos nadadores mais velozes sendo a primeira variável analisada como uma medida de técnica de nado e a segunda medida associada com a composição corporal.

Para SIDNEY, PELAYO, ROBERT (1996) a força propulsiva de nado contribui significativamente na explicação dos resultados competitivos. Esta força é gerada tensão muscular dos membros superiores e a sua transmissão para o centro de gravidade corporal depende de características antropométricas. A flutuação na velocidade de nado é resultante da aplicação de força propulsiva e força de arrasto. Desta maneira, os autores buscaram evidenciar as relações que existem entre a velocidade máxima obtida na distância de 50 metros e o pico de força de nado realizado em 7 segundos em dois grupos de nadadores: grupo 1 (21 nadadores de elite pós-púberes) e grupo 2 (17 nadadores pré-púberes), os estágios de maturação foram obtidos de acordo com os estágios de Tanner (1962). Medidas de massa corporal, estatura, percentual de gordura, diâmetros biacromial e biiliocrystal, comprimentos de membros superiores, massa magra e área de superfície da mão complementaram o estudo. O pico de força de nado correlacionou-se significativamente com a velocidade de 50 metros no grupo pós-púbere, porém, quando foi realizada uma análise de regressão, as variáveis que entraram no modelo para a velocidade de 50 metros no grupo pós-púbere foram: o índice biacromial/biiliocrystal e a massa magra com explicação de 77% enquanto que, para o grupo pré-púbere nenhuma variável contribuiu significativamente para a velocidade de 50 metros. A massa magra respondeu em 72% da variância dos resultados do “swim peak force”.

HOHMANN, DIERKS, LUEHNENSCHLOSS, SEIDEL, WICHMANN (1999) ao estudarem os fatores responsáveis pelo desempenho na prova de 50 metros nado Livre em 134 nadadores de elite (68 homens e 66 mulheres) com idades entre 10 e 19 anos de ambos os sexos, chegaram à conclusão que a combinação das variáveis velocidade, força máxima, força rápida, flexibilidade, antropometria, técnica de nado e força de tração respondem por 63% da variabilidade dos resultados em homens conforme FIGURA 4. O grupo de medidas que obteve maior contribuição para o desempenho foi a força específica de nado com coeficientes de determinação de 43% para homens. A estrutura competitiva para nadadores do sexo masculino na prova dos 50 metros nado livre conforme HOHMANN et al. (1999) está disposta na FIGURA 2.



\*Valores estatisticamente significantes ao nível 5%.

FIGURA 2 - Modelo de estrutura competitiva para prova dos 50 metros nado livre em nadadores do sexo masculino (HOHMANN et al., 1999).

A desvantagem do estudo de HOHMANN et al. (1999) foi ter agrupado idades cronológicas que se modificam consideravelmente no decorrer dos anos podendo ter interferência maturacional no desempenho competitivo (MALINA, BOUCHARD & BAR-OR, 2004).

SAAVEDRA, ESCALANTE E RODRÍGUEZ (2003) realizaram estudo com 133 nadadores espanhóis sendo, 66 homens ( $13,6 \pm 0,6$  anos) e 67 mulheres ( $11,5 \pm 0,6$  anos). Ao utilizar a análise de regressão múltipla para identificar quais variáveis entrariam no modelo de predição de desempenho competitivo dos três melhores tempos da temporada, chegou-se à conclusão que para o sexo masculino as variáveis idade cronológica ( $r^2=0,59$ ), teste de 30 minutos ( $r^2=0,50$ ) o teste de 6 x 50 a cada 1:30 ( $r^2=0,47$ ), a altura tronco-cefálica ( $r^2=0,34$ ) e o índice de eficiência de nado ( $r^2=0,33$ ) contribuem conjuntamente em 82% da variância do desempenho competitivo dos jovens nadadores conforme TABELA 4.

TABELA 4 – Variáveis preditivas incluídas no modelo de regressão linear para nadadores do sexo masculino.  $R^2$  e  $R_m^2$  indicam coeficientes de determinação linear simples e múltiplo respectivamente (SAAVEDRA, ESCALANTE E RODRÍGUEZ, 2003).

<b>Variáveis</b>	<b>n = 66</b>	
	$R^2$	$R_m^2$
Idade Cronológica (anos)	0.588	
Teste de 30 minutos (m)	0.490	
6 x 50 a cada 1:30 em evento individual (seg.)	0.469	
Altura tronco-cefálica (cm)	0.335	
Índice de Eficiência ( $m^2/ciclos.s$ )	0.332	
Modelo de Regressão Linear Múltipla (todas variáveis entraram)		0.824

A idade cronológica explicou aproximadamente 59% da variância dos resultados indicando que nadadores mais velhos, que competem na mesma categoria (13 – 14,2 anos) têm uma vantagem relacionada ao seu avançado estágio maturacional, de crescimento e de desenvolvimento. Quando os diferentes fatores foram estudados separadamente para explicação do desempenho, os resultados foram os seguintes:

- aptidão específica: 78.9%
- estrutura somática: 68.5%
- aptidão geral: 40.3%
- medidas técnicas: 33.2%
- retrospectiva de treino e de esporte: 22.1%

GELADAS, NASSIS, PAVLICEVIC (2005) ao explorar as relações entre medidas cineantropométricas e desempenho dos 100 metros nado Livre em 178 nadadores de elite de 12 a 14 anos, verificaram correlações significativas ( $p < 0,01$ ) para as seguintes variáveis:

- a) Estatura ( $r = -0,61$ )
- b) Massa corporal ( $r = -0,65$ )

- c) Comprimento de membros superiores ( $r = -0,64$ )
- d) Comprimento de mão ( $r = -0,57$ )
- e) Comprimento de pé ( $r = -0,49$ )
- f) Circunferência peitoral ( $r = -0,64$ )
- g) Diâmetro biacromial ( $r = -0,61$ )
- h) Diâmetro biiliocristal ( $r = -0,46$ )
- i) Salto horizontal ( $r = -0,58$ )
- j) Força de preensão manual ( $r = -0,73$ )

Ao ser realizada a análise de regressão múltipla, foram incluídas no modelo preditivo apenas o comprimento de membros superiores, salto horizontal e força de preensão manual respondendo em 59% ( $r^2$ ajustado) ( $p < 0,01$ ) da variabilidade do tempo de 100 metros nado livre.

RAMA, SANTOS, GOMES & ALVES (2006) estudaram nadadores portugueses em busca do melhor modelo preditivo para o desempenho competitivo em faixas etárias em período pubertário. Participaram da pesquisa 316 jovens nadadores de elite com idades entre 13-16 anos do sexo masculino. Foram coletadas medidas antropométricas, relatos de experiência de treinamento, aptidão física geral e específica, características hidrostáticas e hidrodinâmicas, teste de velocidade máxima de 15 metros e teste de 30 minutos como medidas específicas. As correlações foram analisadas entre a pontuação de cada nadador conforme a “Ligue Européene de Natation” e os diferentes tipos de teste. Velocidade média no teste de 30 minutos (T-30) foi a única variável que entrou no modelo de regressão para meninos de 15/16 anos ( $p < 0,05$ ;  $r^2 = 0,664$ ) enquanto que deslize após a saída (característica hidrodinâmica) e velocidade média no teste de 30 minutos foram as variáveis determinantes para nadadores do sexo masculino com idades entre 13/14 anos ( $p < 0,002$ ;  $r^2 = 0,732$ ).

JÜRIMAE, HALJASTE, CICCHELLA, LÄTT, PURGE, LEPPIK, JÜRIMAE (2007) investigaram as relações existentes entre a prova dos 400 metros nado Livre e medidas de custo energético, composição corporal e parâmetros técnicos em 15 nadadores pré-púberes ( $11,9 \pm 0,3$  anos) e 14 nadadores púberes ( $14,3 \pm 1,4$  anos), ambos do sexo masculino. Eficiência de nado ( $r^2 = 0,898$ ),  $VO_{2\text{pico}}$  na água ( $r^2 =$

0,358) e envergadura ( $r^2 = 0,454$ ) são os maiores determinantes do desempenho na prova de 400 metros nado livre em jovens nadadores.

Na QUADRO 3 são apresentados de modo resumido as pesquisas citadas anteriormente, assim como as variáveis que caracterizam o desempenho competitivo dos jovens nadadores do sexo masculino.

QUADRO 3 - Estudos relacionados à predição de desempenho competitivo na natação.

<b>Autor / ano / local</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Amostra</b>	<b>Variáveis determinantes</b>	<b><math>r^2</math> - Coeficiente de determinação não-ajustado</b>
<b>Blanksby et al. (1986) Austrália</b>	Modelo de predição – 100 metros nado livre	N = 82 (9 -13 anos)	Força de flexão da coxa, volume expiratório forçado, dobra tricipital (relação positiva), largura femural epicondilar (relação positiva)	20%
<b>Klika &amp; Thorland (1994) Estados Unidos</b>	Diferenciar mais velozes de menos velozes – 100 jardas	n = 12 (9 - 12 anos) pré-púbere; n = 16 (17 - 22 anos) pós-púbere	<u>Grupo pré-púbere</u> : força de pernada, VO <sub>2</sub> pico, eficiência de nado, muscularidade. <u>Grupo pós-púbere</u> : eficiência de nado, densidade corporal, muscularidade.	
<b>Sidney et al. (1996) França</b>	Modelo de predição- 50 metros nado livre	n = 21 (18±1,5 anos) pós-púbere; n = 17 (12±0,5 anos) pré-púbere	<u>Grupo pós-púbere</u> : índice biacromial / biiliocristal, massa magra <u>Grupo pré-púbere</u> : não obteve modelo significativo.	77% (grupo pós-púbere)
<b>Hohmann et al. (1999) Alemanha</b>	Modelo de predição – 50 metros nado livre	n = 68 (10 - 19 anos)	Velocidade, força máxima, força rápida, flexibilidade, antropometria, técnica de nado, força de tração.	63%
<b>Saavedra et al. (2003) Espanha</b>	Modelo de predição – 3 melhores tempos	n = 66 (13,6±0,6 anos)	Idade cronológica, resistência aeróbia, técnica de nado, altura tronco-cefálica, índice de eficiência de nado.	82%



<b>Autor / ano / local</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Amostra</b>	<b>Variáveis determinantes</b>	<b>r<sup>2</sup> - Coeficiente de determinação não-ajustado</b>
<b>Geladas et al. (2005) Grécia</b>	Modelo de predição – 100 metros nado livre	n = 178 (12 a 14 anos)	Comprimento de membros superiores, força de membros inferiores, força de membros superiores.	59%
<b>Rama et al. (2006) Portugal</b>	Modelo de predição – melhores tempos	n = 97 (13/14 anos) n = 219 (15/16 anos)	<u>Grupo 13/14 anos</u> : deslize após a saída, T-30. <u>Grupo 15/16 anos</u> : velocidade média o teste de 30 minutos (resistência aeróbia).	Grupo 13/14 anos: 73% Grupo 15/16 anos: 66%
<b>Jürimae et al. (2007) Estônia</b>	Modelo de predição – 400 metros nado livre	n = 15 (11,9±0,3 anos) - pré-púbere n = 14 (14,3±1,4 anos) - púbere	Índice de eficiência de nado (r <sup>2</sup> = 0,89), VO <sub>2</sub> pico (r <sup>2</sup> = 0,35), envergadura (r <sup>2</sup> = 0,45).	

Conforme observado na QUADRO 3 existe uma dificuldade considerável para analisar as variáveis determinantes por prova específica, pois, as amostras variam consistentemente e, em três casos, são separadas por grupos maturacionais. Com relação às provas competitivas, a variação em metros e jardas também torna difícil uma inferência precisa, além disso, a utilização de ranqueamento conforme os estudos europeus apresentam, (LEN – Ligue Européene de Natación) não permite identificar que prova foi analisada.

No presente estudo pretende-se analisar o desempenho de nadadores de 12/14 anos. Neste sentido, de acordo com a revisão bibliográfica realizada, as variáveis determinantes de desempenho competitivo para esta faixa etária foram a força de pernada (resistência muscular específica), o índice de eficiência de nado – incluído em dois estudos, o índice de muscularidade, a força de membros inferiores – incluída em dois estudos, o volume expiratório forçado, a dobra tricipital, a largura femoral epicondilar, o comprimento de membros inferiores, a força de membros superiores, a idade cronológica, a resistência aeróbia – incluída em dois estudos, a técnica de nado, a altura tronco-cefálica e o deslize hidrodinâmico.

A maturação biológica não foi considerada em todos os estudos. No entanto, a mesma teve papel preponderante em outras pesquisas (SIDNEY et al. 1996; JURIMÃE et al., 2007). Desta maneira, parece ser mais viável estudar a relevância dos componentes de desempenho por grupo maturacional.

### 3.4 Considerações gerais

As pesquisas realizadas com jovens nadadores foram caracterizadas, por um lado, pela problemática de obter variáveis que pudessem fazer parte de um processo de detecção de talentos, não se preocupando com o entendimento do processo de treinamento infanto-juvenil dos nadadores e por outro lado, mostraram que variáveis técnicas e de aptidão física têm papel primordial no desempenho do jovem nadador.

Dentro das metodologias empregadas, três estudos (KLIKA & THORLAND, 1994; SIDNEY et al., 1996, JURIMÃE et al., 2007) dividiram a amostra por períodos maturacionais.

Em alguns trabalhos europeus (SAAVEDRA et al., 2003; RAMA et al., 2006) não foi possível identificar o tipo de prova analisada.

De modo geral, é possível sugerir que idade cronológica, antropometria, potência muscular (força explosiva), resistência aeróbia e parâmetros técnicos são componentes essenciais na análise de desempenho de jovens nadadores e servirão, portanto como suporte metodológico na continuação deste estudo.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi descritiva com delineamento transversal.

### 4.1 Amostra

A amostra foi composta por 24 nadadores do sexo masculino federados pela Federação Aquática Paulista no ano de 2007 pertencentes à Categoria Infantil I / II. Os clubes nos quais os atletas faziam parte eram: Associação Desportiva São

Caetano do Sul – São Caetano do Sul/SP (12 atletas) e Universidade Santa Cecília – Santos/SP (12 atletas). Todos os atletas encontravam-se nos estágios de pilosidade pubiana 3 e 4 tendo sido classificados pelo método de TANNER (1962) como púberes.

A fim de obter informações da prova de 100 metros nado Crawl para os jovens nadadores do presente estudo analisou-se o último ranqueamento divulgado pela Federação Aquática Paulista em 2007. É importante ressaltar que os dados disponíveis na TABELA 5 podem não ser representativos da condição atual físico-psíquica dos atletas, pois, a diferença de tempo entre a divulgação do último ranqueamento em 2007 e a avaliação dos nadadores do presente estudo é de 4 meses.

TABELA 5 – Ranqueamento dos jovens nadadores do presente estudo na prova de 100 metros nado Crawl em 2007.

<i>RANQUEAMENTO</i>	<i>Nº DE NADADORES</i>
Entre o 1º e o 10º	0
Entre o 11º e o 25º	5
Não - ranqueados	19
<b>Total</b>	<b>24</b>

#### 4.2 Procedimentos

O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética da Escola de Educação Física da Universidade de São Paulo.

Dirigentes e técnicos assim como pais (ou responsáveis) e atletas foram informados sobre os objetivos do estudo e procedimentos a serem realizados.

Após o conhecimento dos propósitos de estudo, foi entregue um Termo de Consentimento para pais e/ou responsáveis no qual autorizaram por escrito a participação dos filhos. Na pesquisa, este Termo de Consentimento está de acordo com o regimento do Comitê de Ética da EEFÉ – USP (ANEXO I).

As medidas foram realizadas em 2 dias:

1º dia – medidas antropométricas, de auto-avaliação da maturação sexual, teste de potência anaeróbia, desempenho na distância de 100 metros nado crawl, parâmetro técnico (frequência de braçada);

As medidas antropométricas foram realizadas sempre antes do início do treinamento sendo necessário a participação de no mínimo quatro avaliadores subdivididos da seguinte forma: 1 avaliador para mensurar massa corporal, estatura e envergadura; 1 avaliador para mensurar comprimentos e diâmetros; 1 avaliador para mensurar dobras cutâneas e 1 avaliador para oferecer instruções sobre a auto-avaliação da maturação sexual. As medidas foram realizadas conforme a ordem abaixo:

- 1 – Massa corporal;
- 2 – Estatura;
- 3 – Envergadura;
- 4 – Comprimento de mão;
- 5 – Largura de mão;
- 6 – Largura de pé;
- 7 – Comprimento de pé;
- 8 – Diâmetro Biacromial;
- 9 – Diâmetro Bicristal;
- 10 – Dobras Cutâneas;
- 11 – Auto-Avaliação da Maturação Sexual por pilosidade pubiana.

As medidas de potência anaeróbia foram realizadas após um aquecimento em terra com exercícios de flexibilidade com duração aproximada de dez minutos seguidos com aquecimento em água com duração aproximada de 20 minutos com exercícios técnicos e aeróbios de baixa / média intensidade. Para tal procedimento foram utilizadas 4 a 5 raias, onde em cada raia ficaram 5 nadadores. Os avaliadores foram subdivididos da seguinte maneira:

- 1 avaliador como árbitro de saída;
- 5 cronometristas (1 para cada raia);
- 1 anotador.

Logo que os atletas finalizavam as repetições de 25 metros, os cronometristas imediatamente forneciam os resultados para o anotador e na seqüência já se iniciava outra série com outros nadadores.

Após as medidas de potência anaeróbia, os atletas tiveram um repouso ativo de 40 minutos com exercícios técnicos ou exercícios aeróbios de baixa intensidade.

Na seqüência, foram realizados os estímulos (também conhecidos com “tiros”) de 100 metros nado Crawl onde os nadadores foram subdivididos entre 4 ou 5 raias (mediante a disponibilidade do momento, já que em muitos casos havia diversas categorias treinando no mesmo horário da realização dos testes). Para tal procedimento foram necessários:

- 1 árbitro de saída;
- 1 cronometrista oficial e 1 cronometrista reserva;
- 2 cronometristas para mensuração do tempo de 3 ciclos de braçadas;
- 1 anotador.

2º dia – teste de velocidade crítica (VC).

Foram realizadas as medidas dos tempos de 200 e 800 metros com o propósito de calcular a velocidade crítica dos jovens nadadores.

A medida de 200 metros nado Crawl foi realizada após um aquecimento de 20 minutos, logo após, houve um repouso ativo de 40 minutos com exercícios de baixa intensidade seguida pela medida de tempo dos 800 metros nado Crawl. Os atletas foram subdivididos em 4 a 5 raias, e para as duas distâncias, quando a 1ª série completava 25 metros, já se iniciava a 2ª série a fim de dinamizar o teste sendo que os atletas eram instruídos a nadar sempre no sentido anti-horário da raia. É um procedimento que pode causar problemas quando um nadador mais rápido tem que passar um nadador mais lento, por outro lado, seria impossível realizar a coleta destes dados se cada medida fosse realizada com apenas 1 nadador por raia durante cada 200 e 800 metros.

Para tal procedimento, foram necessários:

- 1 árbitro de saída;

- 4 a 5 cronometristas;
- 1 anotador.

As fichas das respectivas medidas estão dispostas na seção de anexos (II ao V).

Após a coleta de dados, os resultados previamente analisados foram encaminhados aos técnicos.

Outras informações sobre coleta de dados e período de treinamento estão dispostas no QUADRO 4.

QUADRO 4 – Mês, ano, período e tempo utilizados durante a coleta de dados, período de treinamento dos jovens nadadores.

<i>VARIÁVEIS</i>	
Mês e ano	Abril/2008
Período	Tarde
Período de Treinamento	Período de Base
Semana do período de base	Entre 8 <sup>a</sup> . e 9 <sup>a</sup> .semana

#### 4.3 Variáveis do estudo

##### 4.3.1 Idade Cronológica

A idade cronológica de cada atleta foi obtida a partir da data de nascimento de cada indivíduo.

##### 4.3.2 Variáveis antropométricas

As variáveis antropométricas foram divididas em medidas de: proporcionalidade corporal, de massa, transversais e de composição corporal. Foram utilizados os seguintes equipamentos: fita métrica, balança digital, paquímetro e compasso de dobras cutâneas. Os atletas estavam vestidos com sunga ou shorts

para coleta de dados. Para as medidas que exigiram medição em apenas um dos lados, esta foi sempre executada do lado direito.

#### 4.3.2.1 Medidas de proporcionalidade corporal

a) Estatura corporal: foi utilizada uma fita métrica da marca *Kawe* com precisão de 0,1 cm fixa à parede lisa. A posição de medida foi em pé com os pés levemente afastados e a cabeça direcionada à frente (plano horizontal de Frankfurt); os tornozelos e quadril estavam em contato com a parede. A medida do indivíduo foi feita após o mesmo realizar uma inspiração profunda. A medida foi anotada em centímetros (LOHMAN et al. 1988);

b) Envergadura: foi utilizada uma fita métrica da marca *Eccofer* com 3 metros de comprimento com precisão de 0,1 cm, uma superfície lisa para fixação da fita métrica (normalmente uma parede) e um objeto que permitia identificar o alcance máximo da envergadura (ex: régua ou prancheta). Os indivíduos se posicionaram em pé com os tornozelos, quadril e coluna encostadas em uma superfície lisa, os braços ficaram superalongados na mesma linha do ombro sendo que o a ponta do dedo médio da mão esquerda situou-se no ponto zero da fita métrica enquanto que a medida foi anotada na ponta do dedo médio da mão direita. A medida foi anotada em centímetros (LOHMAN et al., 1988);

c) Comprimento de mão: foi utilizado um paquímetro da marca *Sanny* com precisão de 0,1 cm. Os indivíduos ficaram em pé com o cúbito flexionado a 90° com o braço ao lado do tronco e o antebraço à frente com a palma da mão voltada para cima. A medida foi feita entre o processo estilóide do rádio (localizado no punho) e o processo dactilóide (ponta do dedo médio) (LOHMAN et al, 1988; CARTER & ACKLAND, 1994);

d) Largura de mão: foi utilizado um paquímetro da marca *Sanny* com precisão de 0,1 cm. A medida foi realizada no lado direito. Os indivíduos colocaram as mãos com os dedos unidos sobre uma superfície firme e plana. A medida foi realizada entre o 1º e o 5º metacarpo da mão. (VELHO, SCHWINGEL, 1999).

e) Comprimento de pé: foi utilizado um paquímetro da marca *Sanny* com precisão de 0,1cm. A medida foi realizada no lado direito. Os indivíduos se posicionaram em pé com os pés afastados um pouco para fora da linha do ombro para permitir um melhor posicionamento do avaliador. A medida foi realizada entre o ponto mais posterior do tornozelo até a ponta do dedo do pé mais distante (CARTER & ACKLAND, 1994; NORTON & OLDS, 2000).

f) Largura do pé: foi utilizado um paquímetro da marca *Sanny* com precisão de 0,1 cm. A medida foi realizada no lado direito. Os indivíduos se posicionaram com o pé apoiado no solo formando um ângulo de 90º com a respectiva perna. A medida foi realizada entre o 1º e o 5º metatarso do pé. (VELHO, SCHWINGEL, 1999).

g) Índice Envergadura / Estatura: produto da envergadura dividida pela estatura.

#### 4.3.2.2 Medida de massa

a) Massa corporal: foi utilizada uma balança digital da marca *Techline* com precisão de 100 gramas. Para realização da medida foi necessária apenas que o indivíduo se posicionasse em pé sobre a balança (LOHMAN et al., 1988).

#### 4.3.2.3 Medidas Transversais



a) Diâmetro biacromial: foi utilizado um paquímetro da marca *Sanny* com precisão de 0,1 cm. Os indivíduos se posicionaram em pé com os braços ao lado do corpo e o avaliador se posicionou atrás do avaliado. A medida foi feita entre as bordas laterais dos processos acromiais (LOHMAN et al., 1988);

b) Diâmetro biiliocristal: foi utilizado um paquímetro da marca *Sanny* com precisão de 0,1 cm. Os indivíduos se posicionaram em pé com os braços abduzidos e o avaliador se posicionou atrás do avaliado. A medida foi feita entre as bordas laterais da crista ilíaca. O paquímetro foi colocado num ângulo de 45° para cima (LOHMAN et al., 1988).

c) Índice diâmetro biacromial / biiliocristal: produto do diâmetro biacromial dividido pelo diâmetro biiliocristal

#### 4.3.2.4 Medidas de composição corporal

As dobras cutâneas foram medidas utilizando-se de um compasso da marca *Sanny* com precisão de 0,5 milímetro. As medidas das dobras foram realizadas no hemicorpo direito do sujeito, por três vezes alternadamente, foi considerado o valor mediano. A mensuração foi feita em até 4 segundos após a pressão do compasso na dobra cutânea (LOHMAN, ROCHE, MARTORELL, 1988). As medidas foram feitas pelo mesmo avaliador.

a) Dobra cutânea tricipital: foi medida no eixo longitudinal do braço, no ponto médio entre o acrômio e o olecrano;

b) Dobra cutânea subescapular: foi medida dois centímetros abaixo da borda inferior da escápula sendo que o compasso será colocado de forma oblíqua;

c) Percentual de Gordura Corporal: obtido pela equação de regressão desenvolvida por SLAUGHTER et al. (1988).

#### 4.3.3 Maturação Biológica

A maturação biológica foi representada pela auto-avaliação da pilosidade pubiana para identificação do estágio de maturação sexual conforme MARTIN, UEZU, PARRA, ARENA, BOJIKIAN & BOHME (2001) de acordo com o protocolo de TANNER (1962), sendo que este protocolo é representado em 5 estágios que variam entre estágio 1, que representa a imaturidade biológica, até o estágio 5, em que o indivíduo encontra-se plenamente maduro biologicamente conforme explicado no ANEXO VI.

Cada indivíduo recebeu uma folha contendo desenhos representativos dos estágios sexuais por pilosidade. Apenas foi anotado o estágio em que cada indivíduo se encontra. Essas medidas foram feitas isoladamente entre os indivíduos e antes do procedimento, os mesmo serão informados sobre a confidencialidade dos resultados.

#### 4.3.4 Aptidão física específica

As medidas de aptidão física específicas da natação englobaram: potência anaeróbia, medida indicadora de resistência aeróbia.

Utilizou-se para estas medidas 2 piscinas de 50 metros de comprimento com no mínimo 6 raias, cobertas e com temperatura entre 25° e 28° conforme especificado pela Fédération Internationale de Natation (FINA), cronômetros (marcas *Technos*, *SPORTLINE-470*) com precisão de centésimos de segundo, caneta e papel para registro dos tempos, calculadora para conversão dos dados.

##### 4.3.4.1 Potência Anaeróbia

Potência Anaeróbia (MAGLISCHO, 2003): foram realizados 8 repetições de 25 metros nado Crawl em esforço máximo com intervalo passivo de 3 minutos entre as repetições (8 x 25 Crawl c/3'). As saídas foram efetuadas de dentro da piscina e a

referência para marcação do tempo foi a mão que atingia primeiro a distância de 25 metros (em piscina de 50 metros). Foram anotados os 8 tempos e extraída a média. Logo após, a média dos tempos foi convertida em velocidade (m/s). Os atletas não utilizaram trajes de banho que viessem proporcionar possíveis vantagens hidrodinâmicas, por isso, foram permitidos apenas uso de sunga. O aquecimento durou em média 20 minutos antes da realização do 1º. esforço máximo utilizando de esforços de baixa e média intensidade.

#### 4.3.4.2 Resistência Aeróbia

Teste de velocidade crítica (FERNANDES, GUERRA, LAMARES, VILAS-BOAS, 2000) – Consistiu em nadar 1 (uma) repetição de 200 metros nado Crawl e outra de 800 metros nado Crawl à velocidade máxima com intervalo entre as repetições de 40 minutos. Houve aquecimento em terra com exercícios de flexibilidade com duração aproximada de dez minutos seguidos com aquecimento em água com duração aproximada de 20 minutos com exercícios técnicos e aeróbios de baixa intensidade. O repouso entre as repetições foi ativo com exercícios técnicos. Os resultados da velocidade crítica foram obtidos por meio de uma reta de regressão entre distância e tempo, obtendo-se uma equação do tipo  $Y = ax + b$ .

#### 4.3.5 Parâmetros técnicos

De acordo com SMITH, NORRIS, HOGG (2002) a frequência de braçada e o comprimento de braçada são determinados entre as distâncias após os 15 metros, 5 metros antes da virada, 10 metros após a virada, e 5 metros antes do final da distância nadada.

Para PYNE, MAW, GOLDSMITH (2000) na prática, a medida da distância da braçada torna-se difícil sem uma análise biomecânica sofisticada. Simplesmente contar as frequências de braçadas por cada 25 ou 50 metros torna-se impreciso, pois não considera quanta distância foi nadada por baixo da água. Como não é de uso comum utilizar-se de aparelhos computadorizados e vídeos de alta precisão para

esta análise técnica, devido aos altos custos, disponibilidade de tempo, familiarização com o equipamento e interpretação dos resultados, um meio de calcular a distância por braçada conhecido também como comprimento de braçada é descrito logo abaixo como procedimento metodológico utilizado no presente estudo (SMITH, NORRIS, HOGG, 2002)

a) Freqüência de braçada (ciclos/s): foi medida a quantidade de segundos necessários para completar três ciclos de braçadas na distância de 100 metros nado Crawl. A freqüência foi obtida na 1ª parte do evento entre os 15 e 45 metros da piscina. Esta distância foi considerada para eliminar efeitos da saída e da virada. O cronômetro foi iniciado quando a mão direita do nadador entrou na água e foi finalizado quando a mão direita do nadador entrou pela quarta vez na água completando assim três ciclos. Então se obtém o valor final calculando:

Freqüência de braçada (ciclos/s) = número de ciclos / tempo.

Exemplo:

- Número de ciclos = 3
- Tempo para 3 ciclos = 3,2 segundos.
- Freqüência de braçada = 0,93 ciclo/s.

b) Comprimento de braçada (m/ciclo): foi calculado utilizando-se do seguinte procedimento:

$$\text{Comprimento de braçada (m/ciclo)} = \text{Velocidade de nado (m/s)} \div \text{Freqüência de braçada (ciclos/s)}.$$

Exemplo:

- Tempo para nadar 100 metros nado Crawl = 60 segundos.
- Velocidade nos 100 metros nado Crawl = 100 metros / 60 segundos = 1,66 m/s.
- Freqüência de braçada = 0,93 ciclo/s.
- Comprimento de braçada = 1,66 m/s  $\div$  0,93 ciclo/s = 1,78 metros/ciclo.

c) Índice de eficiência de nado: foi calculado multiplicando-se a velocidade de nado (m/s) pelo comprimento de braçada (m/ciclo). Este índice assume que a dada velocidade, o nadador que move maior distância por braçada tem uma técnica mais eficiente.

Exemplo:

- Velocidade de nado = 1,66 m/s.
- Comprimento de braçada = 1,91 m/ciclo.
- Índice de Eficiência de nado =  $1,66 \text{ m/s} \times 1,78 \text{ m/ciclo} = 2,95 \text{ m}^2/\text{s/ciclo}$ .

#### 4.3.6 Desempenho na distância de 100 metros Nado Crawl

Foi mensurado o desempenho na distância de 100 metros nado Crawl em esforço máximo saindo de dentro da piscina com impulso na parede.

Esta medida ocorreu após aproximadamente 40 minutos após a realização da série de 8 x 25 Crawl (medida de potência anaeróbia) sendo que este intervalo foi constituído de esforços de baixa e média intensidade a fim de restabelecer o cansaço mental e físico de cada nadador.

As medidas foram anotadas em segundos e posteriormente convertidas para velocidade média em metros/segundo.

Os atletas não utilizaram trajes de banho que viessem proporcionar possíveis vantagens hidrodinâmicas, por isso, foi permitido apenas uso de sunga.

O nado foi executado conforme regulamento competitivo especificado pela FINA (Fédération Internationale de Natation).

Esta medida de desempenho foi a mesma utilizada para medir os parâmetros técnicos descritos anteriormente no item 4.3.5.

#### 4.4 Análise Estatística

Com exceção dos estágios de maturação sexual, todas as demais variáveis analisadas eram quantitativas, respectivamente: Idade cronológica, massa corporal, estatura, envergadura, índice envergadura-estatura, comprimento de mão, largura de mão, comprimento de pé, largura de pé, diâmetro biacromial, diâmetro bicristal, índice diâmetro biacromial-bicristal, mediana tricipital, mediana subescapular, percentual de gordura, velocidade de potência média, velocidade crítica, frequência de braçada, comprimento de braçada, índice de eficiência de nado, velocidade média dos 100 metros Nado Crawl.

A velocidade obtida na distância de 100 metros nado Crawl foi considerada como variável dependente métrica enquanto que, todas as demais como variáveis independentes métricas.

Foi realizada uma análise descritiva com a finalidade de verificar o comportamento da variabilidade dos resultados, os pressupostos de normalidade dos dados, linearidade e a colinearidade dos dados.

Foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson para verificar relações existentes entre as variáveis estudadas.

Foram realizadas análises de regressão múltipla (método *forward*) para determinar a combinação de variáveis independentes que influencia de modo significativo a variável dependente (velocidade de 100 metros nado Crawl).

O nível de significância estatística para as análises foi de 1% para a escolha das variáveis que fizeram parte da análise de regressão múltipla e 5% para significância do modelo obtido na análise de regressão múltipla.

Foi utilizado como pacote estatístico o SPSS 13.0.

#### 4.5 Limitações do estudo

O presente estudo não contou com indicadores psicológicos que poderiam influenciar no ambiente de treino.

Não houve filmagem na avaliação dos parâmetros técnicos de nado.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e a discussão do presente estudo são apresentados na seguinte ordem: descrição das variáveis estudadas, relações entre as variáveis e influência conjunta das variáveis com maiores índices de correlação sobre o desempenho de jovens nadadores na velocidade da distância de 100m nado Crawl.

### 5.1 Descrição dos resultados

A TABELA 6 apresenta a frequência de distribuição dos dados em relação à idade cronológica e aos estágios de maturação sexual dos jovens nadadores.

TABELA 6 – Número de observações referentes à idade cronológica e ao estágio maturacional de jovens nadadores.

Estágios de Maturação Sexual	Idade Cronológica (anos)			Total
	12	13	14	
Pilosidade 3 (P3)	3	3	1	7
Pilosidade 4 (P4)	3	9	5	17
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>24</b>

De acordo com o método de classificação das características sexuais secundárias, proposto por TANNER (1962), os jovens podem pertencer a três grupos maturacionais: pré-púberes (estágio 1), púberes (estágios 2 ao 4) e pós-púberes (estágio 5). Os jovens nadadores de 12 a 14 anos que faziam parte do presente estudo pertenciam aos estágios maturacionais 3 e 4, sendo, portanto, classificados como púberes (TABELA 6).

A TABELA 7 apresenta uma análise descritiva das variáveis do estudo. Apenas a dobra cutânea subescapular e a idade cronológica não apresentaram normalidade de distribuição dos dados.

TABELA 7 – Média, desvio-padrão, valores mínimo e máximo das variáveis antropométricas, de aptidão física e técnicas de jovens nadadores do sexo masculino.

<b>Variáveis</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Idade Cronológica (anos)	13,0	0,7	12,0	14,0
<b>Antropometria</b>				
Massa Corporal (kg)	52,3	8,4	39,1	68,2
Estatura (cm)	163,5	6,3	152,0	175,0
Envergadura (cm)	169,0	8,4	156,0	184,0
Comprimento de mão (cm)	18,1	0,9	16,7	19,9
Largura de mão (cm)	10,1	0,7	9,1	12,0
Comprimento de pé (cm)	25,3	1,2	23,2	27,7
Largura de pé (cm)	9,7	0,5	8,7	10,9
Diâmetro Biacromial (cm)	37,2	1,9	34,2	40,5
Diâmetro Bicristal (cm)	25,9	1,4	23,3	28,0
<b>Índices calculados</b>				
Índice Envergadura/Estatura	1,0	0,0	1,0	1,1
Índice Biacromial/Bicristal	1,4	0,1	1,3	1,5
<b>Composição Corporal</b>				
Dobra Tricipital (mm)	8,4	2,4	5,3	13,8
Dobra Subescapular (mm)	8,4	2,9	4,9	16,0
Percentual de Gordura (%)	20,4	4,8	13,4	31,8
<b>Aptidão Física Específica</b>				
Velocidade média da Potência Anaeróbia (m/s)	1,65	0,08	1,52	1,83
Velocidade Crítica (Resistência Aeróbia) (m/s)	1,15	0,07	1,02	1,30
<b>Variáveis de técnica de nado</b>				
Frequência de braçada (ciclos/s)	0,79	0,06	0,68	0,92
Comprimento de braçada (metros/ciclo)	1,85	0,17	1,56	2,08
Índice de Eficiência de Nado (m <sup>2</sup> /ciclo/s)	2,71	0,34	2,09	3,24
<b>Variável dependente</b>				
Velocidade média dos 100 metros Crawl (m/s)	1,46	0,07	1,31	1,58



Ao comparar os resultados antropométricos do presente estudo com outros trabalhos conforme descrito na TABELA 8, é possível observar que os nadadores apresentam menor idade cronológica e conseqüentemente têm menores medidas de crescimento corporal.

Por outro lado, as medidas de comprimento de mão e de pé, largura de mão e de pé, diâmetros biacromial e bicristal apresentam valores próximos aos outros estudos. Estes resultados indicam que exceto massa corporal, estatura e envergadura, todas as outras medidas apresentam homogeneidade no estágio maturacional púbere.

TABELA 8 – Comparação de jovens nadadores do sexo masculino com relação às medidas antropométricas.

	Saavedra et. al. (2003)	Geladas et al. (2005)	Rama et al. (2006)	Jurimãe et al. (2007)	Strzala et al. (2007)	Presente Estudo
<b>Variáveis</b>						
Avaliação Maturacional	Púbere	I.E (14,17±0,13 anos)	N.I	Púbere	Púbere	<b>Púbere</b>
Idade Cronológica (anos)	13,60±0,5	12,77±0,0	13-14	14,3±1,4	14,7±0,4	<b>13,0±0,7</b>
Massa Corporal (kg)	57,95±8,1	54,1±0,7	55,5±8,3	61,3±10,6	62,40±6,0	<b>52,3±8,4</b>
Estatura (cm)	171,12±7,5	165,5±0,7	166,9±7,3	172,9±7,9	175,7±6,5	<b>163,5±6,3</b>
Envergadura (cm)	177,48±8,7	-	169,6±7,6	179,9±10,0	-	<b>169,0±8,4</b>
Comprimento de mão (cm)	-	19,4±0,1	19,0±1,0	-	-	<b>18,1±0,9</b>
Largura de mão (cm)	-	-	7,9±0,5	-	-	<b>10,1±0,7</b>

Comprimento de pé (cm)	24,89±1,4	26,1±0,1	25,4±1,1	-	-	<b>25,3±1,2</b>
Largura de pé (cm)	8,40±0,6	-	9,3±0,6	-	-	<b>9,7±0,5</b>
Diâmetro Biacromial (cm)	37,77±1,9	37,2±0,2	37,9±3,1	-	-	<b>37,2±1,9</b>
Diâmetro Bicristal (cm)	29,36±2,1	25,5±0,1	25,4±1,8	-	-	<b>25,9±1,4</b>

I.E – Idade Esquelética; N.I – Não Identificado

(continuação da TABELA 8)

Os nadadores avaliados têm maiores valores de envergadura em comparação com a estatura como mostra o índice envergadura/estatura (TABELA 7). Estes resultados corroboram com os valores do índice envergadura/estatura de 1,03 a 1,07 encontrados por FERNANDES et al. (2002). O mesmo fato ocorre com valores do índice biacromial/bicristal ( $1,42 \pm 0,09$ ) que são similares aos valores verificados por FERNANDES et al. (2002) em nadadores de 13 a 20 anos de idade de diferentes níveis competitivos (1,42 a 1,49).

Os jovens nadadores avaliados nesta pesquisa apresentaram valores de percentual de gordura ( $20,4 \pm 4,8\%$ ) superiores em comparação a outros nadadores de mesmas características como os verificados por GELADAS et al. (2005), com valores de  $16,5 \pm 0,3$ , por SCHNEIDER & MEYER (2005), com valores de  $13,6 \pm 8,4$  e por JURIMÄE et al. (2007), com valores de  $11,2 \pm 0,9$ . Os resultados referentes à composição corporal, como mostrado pelo percentual de gordura, podem indicar diferenças metodológicas como também podem indicar diferentes habilidades de medida dos avaliadores.

Com relação à potência anaeróbia mensurada no presente estudo, não foi encontrado nenhum trabalho científico que utilizasse o mesmo protocolo de 8 x 25 metros proposto por MAGLISCHO (2003), com os quais os resultados observados pudessem ser comparados. SAAVEDRA et al. (2003) utilizaram o teste de 6 x 50 a cada 1' 30" para mensurar a capacidade anaeróbia; GELADAS et al. (2005) utilizaram o salto vertical como indicador da potência muscular anaeróbia de

membros inferiores na mesma direção de RAMA et al. (2006), com a utilização do salto agachado a 90° e salto contramovimento, assim como STRZALA et al. (2007) com a utilização do salto vertical em laboratório com a utilização de plataforma de saltos.

Ao investigar a relação entre desempenho competitivo de jovens nadadores e potência muscular de membros inferiores e superiores, vários estudos incluem em seus métodos medidas não-específicas como a corrida, o levantamento de peso, o ciclismo, o salto vertical e o ergômetro de braço; no entanto, nenhuma das mesmas pode nos dizer a real potência anaeróbia de nadadores pela sua falta de especificidade (MAGLISCHO, 2003). Entre as pesquisas realizadas com jovens nadadores observam-se algumas destas medidas, como teste de *Wingate* para membros superiores (HAWLEY, WILLIAMS, VICKOVIC, HANDCOCK, 1992); salto horizontal, dinamometria, abdominal em 30 segundos (SAAVEDRA et al., 2003); força isométrica de membros superiores e músculos do tronco, dinamometria, potência de membros inferiores por salto agachado a 90° e salto contramovimento, abdominal e hiperextensão lombar em 30 segundos (RAMA et al., 2006); salto horizontal e dinamometria (GELADAS et al, 2005). De modo contrário, existem investigações que buscam medir a potência muscular de membros superiores e inferiores de maneira específica em nado atado, onde é necessário nadar contra a resistência (KLIKA & THORLAND, 1994; SIDNEY et al., 1996).

Nos vários métodos científicos que foram utilizados para avaliar a potência muscular em saídas, viradas e predição de desempenho em provas rápidas, foi observada uma forte associação entre as provas de curta distância e altura do salto vertical (MIYASHITA, TAKAHASHI, TROUP, 1992) justificando assim a utilização de medidas não específicas de potência anaeróbia pelos saltos horizontal e vertical nos estudos de GELADAS et al. (2005), RAMA et al. (2006) e STRZALA et al. (2007).

MAGLISCHO (2003) ressalta que o método mais simples e direto para avaliar mudanças na potência anaeróbia de nadadores é apenas medir o tempo em distâncias curtas. Nadadores que melhoraram seu tempo nas distâncias entre 10 e 50 jardas provavelmente melhoraram sua potência anaeróbia.

Alguns cuidados devem ser levados em consideração para este tipo de análise da potência anaeróbia:

- A distância deve ficar entre 25 e 50 metros;
- As repetições devem cumprir um total entre 100 e 300 metros.
- Os intervalos devem durar entre 2-3 minutos para as repetições de 25 metros e entre 2-5 minutos para repetições de 50 metros.
- A recuperação entre os nados deve ser ativa com intensidade baixa.
- A velocidade média entre as repetições deve ser utilizada para análise dos dados.

A comparação da velocidade crítica obtida no presente estudo com outras pesquisas é apresentada na TABELA 9.

TABELA 9 – Comparação de jovens nadadores do sexo masculino em relação à medida de velocidade crítica.

<i><b>Publicações</b></i>	<i><b>Idade (anos)</b></i>	<i><b>Protocolo (distâncias em metros)</b></i>	<i><b>Velocidade (m/s)</b></i>
Fernandes & Vilas-Boas (1999)	15,4	50, 100, 200, 400, 1500	1,34 ± 0,7
Saavedra et al. (2003)	13,60 ± 0,5	100, 400	1,32 ± 0,07
Greco & Denadai (2005)	13.95 ± 0.84	100, 200, 400	1,10 ± 0,13
Toubekis et al. (2006)	12,9 ± 1,1	50, 100, 200 e 400	1,085 ± 0,121
		50, 200, 400	1,088 ± 0,121
		50, 100, 200	1,113 ± 0,119
		100, 200, 400	1,075 ± 0,121
		50, 100, 400	1,085 ± 0,121
		50, 400	1,089 ± 0,121
		50, 200	1,118 ± 0,119
		100, 200	1,091 ± 0,118
		100, 400	1,077 ± 0,129
		200, 400	1,071 ± 0,127
		50, 100	1,178 ± 0,138
<b>Presente Estudo (2008)</b>	<b>13,0 ± 0,7</b>	<b>200, 800</b>	<b>1,15 ± 0,07</b>

De acordo com a TABELA 9, apenas em dois estudos (FERNANDES et al., 1999; SAAVEDRA e al., 2003) os resultados foram expressivamente altos em comparação com os demais, sugerindo que a maior idade cronológica e utilização de tempos em competição, assim como o maior grau de experiência dos nadadores sejam os responsáveis por estas diferenças, já que o mesmo protocolo também foi utilizado por TOUBEKIS et al. (2006). Por outro lado, deve-se considerar a dificuldade de estabelecer uma comparação precisa entre os estudos da TABELA 9 e o atual estudo, isto devido à diferença de protocolos empregados com distâncias que variaram entre 50, 100, 200 e 400 metros nado Crawl para o cálculo da velocidade crítica.

De acordo com TOUBEKIS, TSAMI, TOKMAKIDIS (2006) para acessar a velocidade crítica as distâncias de 50, 100, 200 metros combinadas com a distância de 400 metros parecem se aproximar do limiar anaeróbio para jovens nadadores com  $12,9 \pm 1,1$  anos, e as combinações de 50 e 400 metros, 50, 100 e 400 metros podem ser usadas com mais segurança, pois estas combinações apresentaram menor variação de velocidade quando comparadas às velocidades obtidas no limiar anaeróbio obtida pelo teste incremental de 4 x 200 metros.

DEKERLE, PELAYO, SIDNEY, MARAIS (2000) investigaram a velocidade de nado obtida no teste de limiar anaeróbio de 4 mmol/L e a determinação da velocidade crítica sob diferentes protocolos em nadadores treinados (7 homens e 3 mulheres) com idade cronológica de  $18,6 \pm 1,9$  anos. Foram anotados os tempos nas distâncias de 50, 100, 200, 400, 2000 metros nado Crawl e teste de 30 minutos (T-30). Todas as combinações das distâncias foram utilizadas para calcular a velocidade crítica. A velocidade obtida na concentração de lactato ao nível de 4 mmol/L não diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) das velocidades obtidas na distância de 2000 metros, do teste de 30 minutos e dos valores obtidos pela curva de regressão entre as distâncias de 200 e 400 metros e, 2000 metros e todas as outras distâncias. A velocidade obtida aos 4 mmol/L ( $V_4$ ) correlacionou-se significativamente com a velocidade crítica obtida nas distâncias de 50 e 200 metros ( $r = 0,63$ ), 50 e 400 m ( $r = 0,88$ ), 100 e 400 m ( $r = 0,88$ ), 200 e 400 m ( $r = 0,90$ ). O método estatístico de análise comparativa mostrou que o  $V_4$  é superestimado em 8,3, 4,5, 3,0 e 1,7%

quando as combinações de 50 e 200, 50 e 400, 100 e 400 e 200 e 400 foram utilizadas para determinar a velocidade crítica, respectivamente.

Estes resultados indicam que a velocidade crítica deve ser calculada com distâncias que variem entre 200 e 2000 metros, ou seja, com tempos de exaustão que variam entre 2 e 30 minutos corroborando com os conceitos utilizados por di PRAMPERO (1999), em que o uso do modelo linear de distância-tempo estipula que a faixa de exaustão dos tempos deve ser tal que, através das intensidades investigadas, as reservas anaeróbias devem ser completamente utilizadas e o consumo máximo de oxigênio possa ser alcançado.

Na TABELA 10 são apresentados valores comparativos entre os parâmetros técnicos entre o atual estudo e outros estudos.

TABELA 10 – Comparação de jovens nadadores do sexo masculino em relação aos parâmetros técnicos do Nado Crawl.

<i>Publicações</i>	<i>Idade (anos)</i>	<i>Frequência de braçada (ciclos/s)</i>	<i>Comprimento de braçada (m/ciclo)</i>	<i>Índice de Eficiência de Nado (m<sup>2</sup>/ciclo/s)</i>	<i>Prova</i>
Klika & Thorland (1994)	10,2 ± 0,8	0,83 ± 0,26	1,55 ± 0,41	-	100 jardas Crawl
	10,3 ± 1,2	0,66 ± 0,15	1,53 ± 0,31	-	
Pelayo et al. (1997)	13 anos	0,65 ± 0,12	1,37 ± 0,29	1,29 ± 0,57	50 metros Crawl
	14 anos	0,68 ± 0,15	1,41 ± 0,36	1,37 ± 0,61	
Jurimäe et al. (2007)	11,9 ± 0,3	1,16	0,87 ± 0,11	0,87 ± 0,20	400 metros Crawl
	14,3 ± 1,4	1,13	0,99 ± 0,10	1,11 ± 0,22	
Strzala et al. (2007)	14,70 ± 0,49	0,81	1,90 ± 0,15	3,09	100 metros Crawl
<b>Presente Estudo (2008)</b>	<b>13,0 ± 0,7</b>	<b>0,79 ± 0,06</b>	<b>1,85 ± 0,17</b>	<b>2,71 ± 0,34</b>	<b>100 metros Crawl</b>

As diferenças observadas nos parâmetros técnicos entre os estudos da TABELA 10 se refletem no fato de serem mensuradas em distâncias diferentes (100 jardas; 50, 100 e 400 metros), ou seja, a velocidade também será diferente e afetará os resultados da frequência de braçada, do comprimento de braçada e do índice de eficiência de nado. Maiores comparações podem ser obtidas entre o estudo de STRZALA et al. (2007) e o estudo atual, já que ambos os estudos analisaram a distância de 100 metros nado Crawl e as amostras encontravam-se no período maturacional púbere. As diferenças obtidas no índice de eficiência de nado entre os estudos de STRZALA et al. (2007) ( $3,09 \text{ m}^2/\text{ciclo/s}$ ) e o estudo atual ( $2,71 \text{ m}^2/\text{ciclo/s}$ ) para os 100 metros nado Crawl, deve-se ao maior comprimento de braçada ( $1,90 \pm 0,15 \text{ m/ciclo}$  x  $1,85 \pm 0,17 \text{ m/ciclo}$ ) e a maior velocidade obtida pelos primeiros ( $1,63 \pm 0,06 \text{ m/s}$  x  $1,46 \pm 0,07 \text{ m/ciclo}$ ).

Para SMITH, NORRIS, HOGG (2002), a velocidade de nado dividido pela frequência de braçada superestima o valor final do comprimento de braçada, pois, o cálculo da velocidade de nado é baseado na distância do evento dividido pelo tempo final. Estes resultados não levam em consideração a saída da baliza ou qualquer variação de velocidade no meio da piscina assim como os tempos realizados a cada virada. No entanto, este é um erro sistemático que não influencia significativamente as comparações subseqüentes entre nadadores (CRAIG, SKEHAN, PAWELCZYK, BOOMER, 1985).

5.2        Relações entre antropometria, aptidão física específica, técnica de nado e desempenho na distância de 100 metros nado Crawl para jovens nadadores.

A TABELA 11 fornece os valores de correlação entre todas as variáveis do estudo.





Na TABELA 12 estão descritas as seis variáveis significativamente estatisticamente correlacionadas com a Velocidade Média dos 100 metros Nado Crawl ( $p < 0,01$ ).

TABELA 12 – Coeficientes de correlação ( $r$ ) e coeficientes de determinação ( $r^2$ ) das variáveis associadas com a Velocidade dos 100 metros nado Crawl ( $p < 0,01$ ).

<b>Variáveis</b>	<b><math>r</math></b>	<b><math>r^2</math></b>
Velocidade Média da Potência Anaeróbia	0,82	0,67
Índice de Eficiência de Nado	0,79	0,62
Massa Corporal	0,59	0,35
Velocidade Crítica	0,58	0,34
Diâmetro Biacromial	0,57	0,32
Idade Cronológica	0,53	0,28
Estatura	0,53	0,28

Entre as variáveis destacadas acima, duas pertencem aos componentes da aptidão física específica da natação (potência anaeróbia, resistência aeróbia), uma pertence ao componente técnico (índice de eficiência de nado), três pertencem aos componentes antropométricos (massa corporal, diâmetro biacromial, estatura).

De acordo com pesquisa realizada a mais de 20 anos atrás (CRAIG et al., 1985), assim como em trabalho mais recente (STRZALA, TYKA, KREZALEK, 2007), foi verificado que conforme aumentam as distâncias nas provas, ocorre um progressivo decréscimo na velocidade e no comprimento de braçada indicando que, enquanto o nadador sofre o cansaço ao longo da prova, existe uma diminuição no comprimento de braçada, explicada provavelmente pelo decréscimo da capacidade de desenvolver força necessária para superar a resistência da água e mover o corpo a frente. Estes dados sugerem que os parâmetros técnicos determinantes na Natação sofrem influência dos fatores somáticos, biomecânicos e dos fatores fisiológicos. Estas explicações nos auxiliam a entender as maiores correlações entre

variáveis antropométricas, fisiológicas e técnicas com a velocidade nos 100 metros nado Crawl, conforme observado na TABELA 12.

Para a utilização da análise de regressão múltipla foram testados os pressupostos de acordo com HAIR, ANDERSON, TATHAM, BLACK (1998). Como pode ser observado na TABELA 12 e de acordo com os pressupostos da análise de regressão múltipla, apenas as cinco variáveis com maior grau de correlação com a velocidade de 100 metros nado Crawl foram inseridas na análise de regressão múltipla. Os testes de normalidade das variáveis que entraram no modelo de regressão estão dispostos na TABELA 13 pelo teste Shapiro-Wilk. A ausência de erros correlacionados pode ser visualizada pela análise de resíduos obtida na FIGURA 3 e a linearidade entre variáveis independentes para verificação de colinearidade está disposta na TABELA 11.

TABELA 13 - Teste de normalidade (Shapiro-Wilk) das variáveis independentes incluídas na análise de regressão múltipla.

<b>Variáveis Independentes</b>	<b>Shapiro-Wilk</b>	<b>p</b>
Massa Corporal	0,95	0,33
Diâmetro Biacromial	0,95	0,29
Velocidade Média de Potência Anaeróbia	0,96	0,51
Velocidade Crítica	0,97	0,61
Índice de Eficiência de Nado	0,96	0,45

\* $p < 0,05$

As variáveis incluídas na análise de regressão múltipla apresentaram distribuição normal.

Na literatura é preconizado que para cada variável independente considerada na análise regressão múltipla tenha-se no mínimo cinco observações, assim sendo, o presente estudo satisfaz esta condição já que o total da amostra é de 24 sujeitos e apenas 5 variáveis entraram na análise de regressão.

As cinco variáveis que entraram na análise de regressão foram: velocidade média da potência anaeróbia, índice de eficiência de nado, velocidade crítica, diâmetro biacromial, massa corporal.

5.3 Influência conjunta das variáveis com maiores índices de correlação sobre o desempenho de jovens nadadores na velocidade da distância de 100m nado Crawl.

Os resultados da análise de regressão múltipla obtida através do método “forward” são apresentados na TABELA 14.

TABELA 14 - Sumário do modelo de regressão linear múltipla para o tempo de 100 metros nado Crawl para jovens nadadores do sexo masculino.

<b>N=30</b>		<b>Coeficiente</b>	<b>Coeficiente</b>	<b>Nível de</b>	<b>Colinearidade</b>	
		<b>padronizado</b>	<b>do modelo</b>	<b>Significância*</b>	<i>Tolerância</i>	<i>VIF</i>
		<b>Beta</b>	<b>linear B</b>			
<b>R= 0,95</b> <b>R²= 0,90</b>	Intercepto		0,115	0,419		
	Velocidade da Potência Anaeróbia	0,497	0,453	0,000	0,626	1,596
<b>R²aj.=0,88</b>	Índice de Eficiência de Nado	0,391	0,086	0,001	0,619	1,617
	Velocidade Crítica	0,311	0,319	0,002	0,888	1,126

\*p<0,05

Os resultados da TABELA 14 indicam que o modelo de regressão obtido explica 88% da variabilidade do tempo obtido nos 100 metros nado Crawl conforme o coeficiente de determinação ajustado, constituído pela combinação de potência anaeróbia, índice de eficiência de nado e velocidade crítica. A velocidade obtida no teste de potência anaeróbia foi a variável com maior peso de influência no modelo conforme observado no coeficiente padronizado Beta (0,497). Os resíduos do modelo de regressão obtido estavam normalmente distribuídos (FIGURA 3).

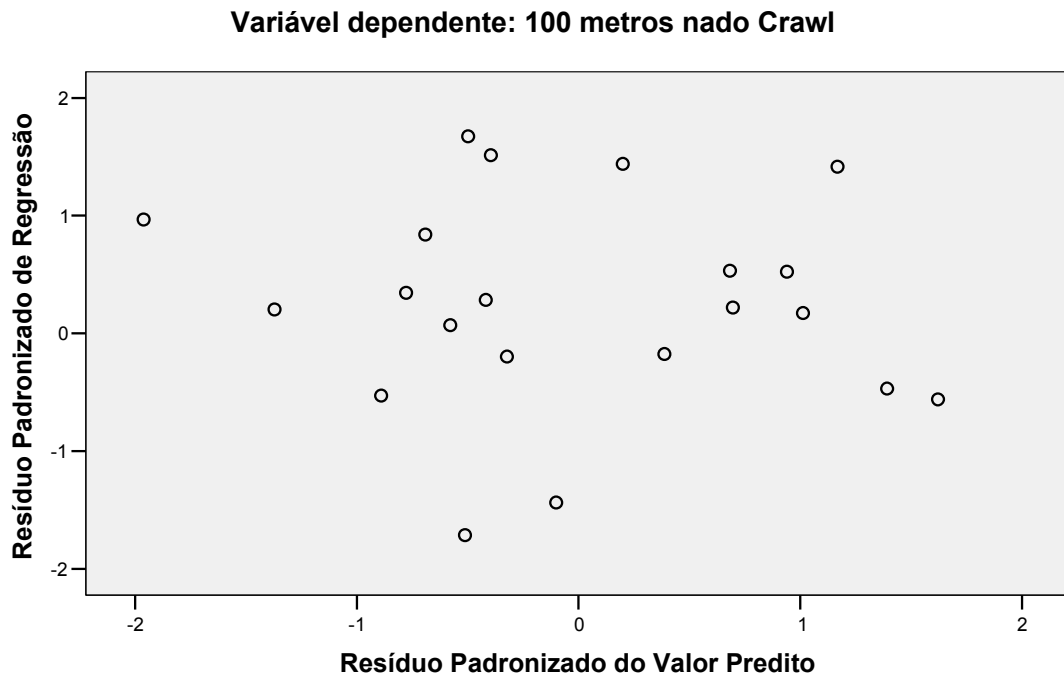


FIGURA 3 – Distribuição dos resíduos em relação à velocidade dos 100 metros Nado Crawl.

Um fato relevante é a ausência de qualquer variável antropométrica no modelo de regressão indicando que o desempenho dos 100 metros nado crawl para jovens nadadores do sexo masculino é caracterizado predominantemente por fatores relacionados às capacidades fisiológicas e habilidades técnicas do nado Crawl.

Ao estudar a prova de 50 metros nado Livre, HAWLEY, WILLIAMS, VICKOVIC, HANDCOCK (1992) verificaram que o melhor preditor de desempenho para jovens nadadores do sexo masculino com idade de  $13,6 \pm 1,2$  anos foi o índice de eficiência de nado ( $r = 0,97$ ;  $p < 0,05$ ); complementaram o modelo de regressão a potência média de membros inferiores e o comprimento de membros superiores. No presente estudo, tanto o índice de eficiência de nado como potência muscular anaeróbia fizeram parte do modelo de regressão obtido ( $p < 0,05$ ) para a distância de 100 metros nado Crawl apenas alterando a ordem de importância preditiva em comparação com a referida pesquisa. A potência anaeróbia foi a variável preditiva com maior peso no modelo e o índice de eficiência de nado foi o segundo componente preditivo como mostrado pelos coeficientes padronizados beta (TABELA 14). Os resultados destas duas pesquisas ressaltam a relevância de ambas as

medidas (potência anaeróbia e índice de eficiência de nado) para análise em provas de curta distância para jovens nadadores do sexo masculino.

A potência anaeróbia, variável com maior peso preditivo no presente estudo pode ser compreendida pelos pesquisadores de Ciência do Esporte de diferentes maneiras, MAKARENKO (2001) classifica as ações motoras de curta duração como exercícios para capacidades de velocidade; segundo o mesmo, a velocidade está intimamente ligada com a capacidade técnica do nadador e com a força muscular. Ressalta ainda que, ao nadar com velocidade máxima, alguns movimentos são imperfeitos; os principais motivos para imperfeição do nado são: a) excitação emocional, particularmente a ansiedade para demonstrar sua plena capacidade; b) dificuldade durante a coordenação complexa, fato que surge a partir da técnica insuficientemente assimilada; c) preparação debilitada da força, resultando no recrutamento indevido de grupos musculares que não participam diretamente dos movimentos.

De acordo com VAN PRAAGH (2000), a potência desenvolvida por uma contração muscular é igual ao produto da força e da velocidade. Potência refere-se à capacidade do sistema neuromuscular produzir o maior impulso possível num dado período de tempo. KOMI (2006) acrescenta que potência refere-se à taxa de transformação de energia potencial metabólica em trabalho ou calor (mensurada em watt). A potência pode ser determinada por único movimento corporal, em uma série de movimentos ou, como no caso do exercício aeróbio, pela repetição de movimentos. Os eventos com duração aproximada de 10 segundos ou pouco mais (por exemplo, a corrida de 100 metros) utilizam a glicólise anaeróbia para a ressíntese de ATP, dependendo da quebra do glicogênio, sem a presença do oxigênio. Do ponto de vista do treinamento desportivo, potência é conhecida como força rápida, ou seja, a capacidade de superar uma resistência externa ao movimento com elevada rapidez de contração (BARBANTI, 1996). Potência anaeróbia refere-se à quantidade máxima de ATP fornecido por segundo pelo organismo durante um exercício máximo de curta duração (VAN PRAAGH, 2000).

No caso do teste realizado para mensurar a potência anaeróbia do presente trabalho, 8 repetições de 25 metros em esforço máximo, a potência não pôde ser medida em watts, assim, o teste de 8 x 25 metros é descrito na literatura

desportiva como *endurance* (VAN PRAAGH, 2000; KOMI, 2006) que é o limite de tempo que uma pessoa pode manter um determinado nível de potência, envolvendo combinações de ações musculares concêntricas e/ou excêntricas, tendo como unidade de medida o tempo em segundos.

De acordo com VAN PRAAGH (2000) e HOLLMANN & HETINGER (2005), a força rápida (potência) depende do tamanho do corte transversal das fibras musculares em ação, do número de fibras musculares, da estrutura do músculo (fibras rápidas, fibras lentas), da velocidade de contração da musculatura, da coordenação neuromuscular, influências endocrinológicas e das condições psicológicas (motivação, descanso, cansaço, ânimo, vontade). Para VAN PRAAGH (2000), os fatores genéticos contribuem com aproximadamente 50 % da variância total no desempenho anaeróbio de curta duração.

Com relação à treinabilidade da potência anaeróbia, DIALLO et al (1999), verificaram que o treinamento pliométrico com meninos de 12 anos de idade aumentou significativamente o desempenho nos saltos. Contudo, não foi observada nenhuma hipertrofia muscular, sugerindo que o aumento no desempenho foi devido a fatores neuronais. Estes resultados acima corroboram com INBAR (1996). De forma geral, na adolescência, o treinamento não melhora a capacidade glicolítica durante o exercício, então é sugerido que adaptações neurológicas e mudanças hormonais que ocorrem durante a puberdade são os maiores responsáveis pelo melhor rendimento anaeróbio durante o crescimento (VAN PRAAGH, 2000). OLBRECHT (2000) reforça que a potência anaeróbia só será treinável com sucesso após os 18 anos para garotos.

Para PLATONOV (2005), a prova de 100 metros nado Crawl é compreendida do ponto de vista energético pela contribuição de 55% do metabolismo anaeróbio e 46% do metabolismo aeróbio, ou seja, pode ser classificada como uma prova mista, pois o papel da fonte energética aeróbia também é importante para garantia da resistência durante a superação desta distância. Estes valores corroboram com CAPELLI, PENDERGAST, TERMIN (1998) que estudaram o custo energético em 20 nadadores universitários do sexo masculino com idade de  $18,9 \pm 0,94$  anos e, chegaram à conclusão que na prova dos 91,4 metros (100 jardas) a contribuição anaeróbia é de 66,8 % em comparação com 33,2% no metabolismo aeróbio. Para

MCARDLE, KATCH, KATCH (1998) a contribuição anaeróbia num esforço máximo de 60 segundos é de 70% enquanto que a contribuição aeróbia é de 30%. Estes dados justificam a relevância da potência anaeróbia juntamente com a velocidade crítica (indicador de resistência aeróbia) na prova de 100 metros nado Crawl e sugerem que o custo energético da prova auxilia no entendimento da potência muscular anaeróbia como variável preditiva em diversos trabalhos científicos.

KLIKA & THORLAND (1994) estudaram o desempenho competitivo de nadadores jovens e adultos com a hipótese que em provas de curta distância as variáveis determinantes de desempenho estão associadas à idade cronológica. Participaram do estudo 28 atletas do sexo masculino, sendo 12 participantes pré-púberes com idades entre 9-12 anos e 16 atletas pós-púberes com idades entre 17-22 anos. A prova de curta distância analisada compreendia 100 jardas, o equivalente à 91,4 metros. Para ambos os grupos etários, tanto o comprimento de braçada como o índice de muscularidade (massa corporal magra / estatura<sup>2</sup>), representaram as variáveis que exerceram influência significativa no desempenho dos nadadores mais velozes. No presente estudo, o comprimento de braçada também obteve um grau de associação significativa ( $r = 0,53$ ;  $p < 0,05$ ; TABELA 11) porém, não participou do modelo de regressão obtido (TABELA 14), sendo o componente técnico no presente estudo representado pelo índice de eficiência de nado que contém em sua estrutura o comprimento de braçada. Desta forma, torna-se um importante instrumento de análise de desempenho técnico para nadadores em todas as faixas etárias e grupos maturacionais. Na presente pesquisa e na de KLIKA & THORLAND utilizou-se os estágios maturacionais de pilosidade pubiana conforme proposto por TANNER (1962).

PELAYO, WILLE, SIDNEY, BERTHOIN & LAVOIE (1997) analisaram 1097 nadadores de 11 a 17 anos de ambos os sexos em nível competitivo escolar, com o objetivo de identificar as variáveis que explicassem a velocidade na distância de 50 metros nado Livre, o comprimento de braçada e o índice de eficiência de nado. Por intermédio da análise de regressão múltipla, idade cronológica e a envergadura explicaram a variabilidade dos 50 metros Nado Livre enquanto que o comprimento de braçada foi explicado pela idade cronológica, estatura e envergadura e, o índice de eficiência de nado foi explicado pela idade cronológica e pela envergadura. Verificou-

se que o gênero não foi significativo para explicação do comprimento de braçada, pois, apenas houve diferença em favor das meninas no grupo etário de 11-12 anos sendo atribuída à precocidade pubertária delas em relação aos meninos o que reflete no maior tamanho corporal e em maiores valores de massa muscular. De acordo com estes resultados, os componentes técnicos do jovem nadador estão associados à idade cronológica, envergadura e estatura. No presente estudo, constatou-se que o índice de eficiência de nado correlacionou-se significativamente ( $p < 0,05$ ) com a massa corporal ( $r = 0,46$ ), com o diâmetro biacromial ( $r = 0,50$ ) e com o diâmetro bicristal ( $r = 0,43$ ). Estes resultados sugerem que o índice de eficiência de nado tem relação com massa corporal, diâmetro biacromial, diâmetro bicristal e envergadura já que, a idade cronológica não se apresentou significativamente correlacionada com o índice de eficiência de nado no atual trabalho ( $r = 0,29$ ;  $p > 0,05$ ).

CHOLLET, PELAYO, DELAPLACE, TOURNY (1997) investigaram as diferenças entre 442 nadadores franceses adultos divididos em seis grupos (por nível de habilidade) em relação à velocidade na prova de 100 metros nado Crawl assim como investigaram as relações entre velocidade, frequência de braçada e comprimento de braçada. O grupo dos nadadores de nível internacional obteve diferença significativa em relação aos outros 5 grupos para as variáveis de massa corporal e estatura ( $p < 0,05$ ), corroborando com a revisão bibliográfica realizada por FERNANDES et al. (2002) em que os nadadores de alto nível competitivo são maiores e possuem mais massa muscular do que a população em geral; valores de comprimento de braçada foram estatisticamente relacionados à velocidade dos 100 metros nado Crawl ( $r = 0,78$ ;  $p < 0,001$ ).

PELAYO, SIDNEY, KHERIF, CHOLLET, TOURNY (1996) investigaram 628 nadadores de ambos os sexos ( $n = 303$  para sexo masculino;  $n = 325$  para o sexo feminino) de nível competitivo nacional e internacional com o intuito de estudar a relação entre componentes técnicos e componentes antropométricos em provas de curta, média e longa distância. Os resultados do modelo de regressão múltipla indicaram que para o sexo masculino não houve variáveis explicativas para nenhuma distância. Uma possível explicação para tal fato, foi a seleção de um grupo homogêneo, representado pela ausência de diferenças significantes entre características antropométricas entre nadadores do sexo masculino de curta, média e



longa distância. Na comparação entre os sexos, os homens apresentaram diferença significativa ( $p < 0,01$ ) para variável para velocidade média e comprimento de braçada, sugerindo que, a explicação para a maior velocidade média de nadadores de nível nacional e internacional em provas de curta, média e longa distância seja o comprimento de braçada.

No presente estudo, a velocidade dos 100 metros nado Crawl teve uma correlação significativa com o comprimento de braçada ( $r = 0,53$ ;  $p < 0,05$ ) e com o índice de eficiência de nado ( $r = 0,79$ ;  $p < 0,01$ ). O índice de eficiência de nado assume que a dada velocidade, o nadador que move a maior distância por braçada tem a técnica mais efetiva (COSTILL, MAGLISCHO, RICHARDSON, 1992). Geralmente, nadadores mais rápidos têm maior comprimento de braçada e maior índice de eficiência de nado (SMITH, NORRIS, HOGG, 2002).

Estes fatos nos conduzem ao pensamento que tanto em nadadores jovens e adultos independente do estágio maturacional, o comprimento de braçada e o índice de eficiência de nado devem ser instrumentos obrigatórios de análise de desempenho no processo de treinamento.

TOUSSAINT, van der HELM, ELZERMAN, HOLLANDER, de GROOT, van INGEN-SHENU (1983) mostraram que as diferenças no comprimento de braçada podem ser relacionadas parcialmente às diferenças no tamanho corporal como mostrados por PELAYO et al. (1997). A importância do comprimento da braçada para as velocidades de nado em curta e média distância é considerada como um dos fatores determinantes de desempenho na natação (CHATARD, COLLOMP, MAGLISCHO, MAGLISCHO; 1990). Para SHARP (2003), os componentes que geram mais força e potência de propulsão são geralmente as variáveis que promovem vantagem no desempenho dos nadadores e entre essas variáveis está o comprimento de braçada.

SAAVEDRA, ESCALANTE E RODRÍGUEZ (2003) realizaram um estudo com 133 nadadores espanhóis sendo, 66 garotos ( $13,6 \pm 0,6$  anos) e 67 garotas ( $11,5 \pm 0,6$  anos). Ao utilizar a análise de regressão múltipla para identificar as variáveis preditoras de desempenho competitivo dos três melhores tempos da temporada, chegou-se à conclusão que para o sexo masculino as variáveis idade cronológica ( $r^2=0,59$ ), teste de 30 minutos ( $r^2=0,50$ ) o teste de 6 x 50 a cada 1:30

(capacidade anaeróbia) ( $r^2=0,47$ ), a altura tronco-cefálica ( $r^2=0,34$ ) e o índice de eficiência de nado ( $r^2=0,33$ ) contribui conjuntamente para explicar 82% da variância do desempenho competitivo dos jovens nadadores. No entanto, a dificuldade para interpretação destes resultados está na identificação das provas analisadas. Desta forma, poucas comparações podem ser realizadas. Ao considerar o grupo de nadadores com idade cronológica (13,6 anos) semelhante ao presente estudo (13,0 anos) assim como objetivos de estudo semelhantes, é possível observar que os três preditores significantes de desempenho, respectivamente, velocidade média de potência anaeróbia, velocidade crítica, índice de eficiência de nado são os mesmos porém, mensurados através de outros meios. O teste de 6 x 50 metros é considerado um teste para mensurar a capacidade anaeróbia, já o teste de 8 x 25 metros do presente estudo é considerado por MAGLISCHO (2003) como um teste de potência anaeróbia; ambos visam explorar o componente anaeróbio do nadador de forma específica, englobando tanto técnica de nado quanto força muscular, fatores preponderantes no rendimento esportivo da natação. O teste de velocidade crítica utilizado no presente trabalho tem relação significativa com o teste de 30 minutos (FERNANDES et al, 2000) mensurado por SAAVEDRA et al. (2003), ambos visam explorar a capacidade do componente aeróbio. Apenas o índice de eficiência de nado foi obtido da mesma forma por ambos os estudos; a idade cronológica, considerada o fator preditivo mais relevante na pesquisa espanhola, também teve correlação significativa ( $r = 0,53$ ;  $p < 0,01$ ), porém, não foi incluída no modelo preditivo.

Deste modo, os resultados verificados no presente trabalho estão de acordo com outros trabalhos mesmo sendo mensurados de formas diferentes. A combinação do índice de eficiência de nado, da capacidade anaeróbia e da resistência aeróbia responde em mais de 80% pela variância do desempenho competitivo de jovens nadadores do sexo masculino em provas de curta distância (HAWLEY et al, 1992; SAAVEDRA et al, 2003).

GELADAS, NASSIS, PAVLICEVIC (2005) ao explorar as relações entre medidas cineantropométricas e desempenho dos 100 metros nado livre em 178 nadadores de elite de 12 a 14 anos, verificaram por intermédio de uma análise de regressão múltipla, que a variabilidade da prova foi explicada em 59% pela combinação do comprimento de membros superiores, do salto horizontal e da força

de apreensão manual. Desta maneira, ao analisar o desempenho de jovens nadadores considerando-se apenas os componentes antropométricos e de aptidão física, tem-se uma redução considerável da explicação da variabilidade dos resultados. Tal fato enfatiza a relevância da necessidade da mensuração, do aperfeiçoamento, da acessibilidade e da cientificidade dos instrumentos de medida da técnica de nado para jovens nadadores nas diferentes provas e distâncias.

RAMA, SANTOS, GOMES & ALVES (2006) estudaram nadadores portugueses em busca do melhor modelo preditivo para o desempenho competitivo. Participaram da pesquisa 316 jovens nadadores de elite com idades entre 13-16 anos do sexo masculino divididos em dois grupos: 13/14 anos e 15/16 anos. As correlações foram analisadas entre a pontuação de cada nadador conforme a “Ligue Européenne de Natation” e medidas antropométricas, de aptidão física geral e específica, medidas hidrostáticas e hidrodinâmicas. O deslize após a saída (componente hidrodinâmico) e a velocidade média no teste de 30 minutos (componente de aptidão física específica) foram as variáveis determinantes para nadadores do sexo masculino com idades entre 13/14 anos ( $p < 0,002$ ;  $r^2 = 0,732$ ). Como novidade neste estudo, também utilizada por SAAVEDRA et al. (2003), está a inclusão de medidas hidrostáticas e hidrodinâmicas, tais como, tempo de flutuação horizontal, distância do deslize após empurrar a parede, distância do deslize após a saída do bloco de partida e distância do deslize após a virada. Estas medidas foram utilizadas em dois estudos europeus e ainda não fazem parte da rotina de testes em outras pesquisas da área. Na pesquisa dos portugueses, o deslize após a saída e o teste de 30 minutos foram as duas únicas variáveis preditivas para os melhores tempos de nadadores portugueses respondendo por 73% da variabilidade dos resultados observados. A medida indicadora de resistência aeróbia (Teste de 30 minutos), assim como em outro trabalho (SAAVEDRA et al, 2003), também contribui na explicação do desempenho de jovens nadadores de modo estatisticamente significativa.

Para EISENMANN & MALINA (2000), resistência refere-se à capacidade do organismo manter a atividade muscular por um período de tempo que depende do metabolismo aeróbio como sistema energético predominante; pode ser mensurada pelo consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2MÁX.}$ ).

O desempenho da resistência aeróbia indica a capacidade de reposição das fibras musculares ativas com quantidade adequada de oxigênio e nutrientes essenciais para eliminar calor metabólico,  $\text{CO}_2$  e outros produtos metabólicos e, para sustentar a homeostase no corpo como um todo (SHEPARD & ASTRAND, 2000).

Em crianças, os valores de  $\text{VO}_{2\text{MÁX}}$  em termos absolutos aumentam conforme a idade cronológica, isto é devido ao crescimento dos sistemas (circulatório, respiratório, muscular) responsáveis pela liberação de oxigênio, porém, em termos relativos, os valores permanecem constantes com o decorrer da infância e da adolescência (ROWLAND, 2007). MALINA, BOUCHARD & BAR-OR (2004) estimam que o consumo máximo de oxigênio (l/min.) aumenta continuamente dos 8 aos 16 anos em meninos.

LÉGER (1996) relata que ao serem normalizados pela massa corporal, os valores de  $\text{VO}_{2\text{MÁX}}$  (ml.kg.min) ficam relativamente estáveis para meninos (50-55ml.kg.min.) e decrescem levemente para meninas (de 50-40 ml.kg.min.) durante o período de crescimento.

De acordo com HOLLMANN & HETTINGER (2005), os valores de  $\text{VO}_{2\text{MÁX}}$  relativos à massa corporal total diferenciam-se em homens e mulheres (40-55 ml/kg/min e 32-38 ml/kg/min, respectivamente), porém, quando os valores são normalizados pela massa corporal magra, as diferenças desaparecem estatisticamente (46-49 ml/kg/min para homens e 44-48 ml/kg/min para mulheres). Este fato indica a importância negativa que a gordura corporal representa nos valores de  $\text{VO}_{2\text{MÁX}}$ .

Em exercícios submáximos, quando o  $\text{VO}_2$  é ajustado pelo peso corporal, existe uma melhora contínua na economia de corrida durante a infância e adolescência, o que significa dizer que uma criança irá correr na mesma velocidade em porcentagem progressivamente menor de  $\text{VO}_2$  no decorrer do processo de crescimento (ROWLAND, 1990).

Contudo, o  $\text{VO}_{2\text{MÁX}}$  relativo ao peso corporal total (ml.kg.mim.) pode não representar um indicador adequado de resistência aeróbia, pois, os valores permanecem relativamente constantes através da adolescência, enquanto que o desempenho aeróbio aumenta progressivamente (ROWLAND, 2007).

ARMSTRONG & WELSMAN (2000) citam o desenvolvimento da resistência aeróbia em crianças e adolescentes pela técnica de alometria, que utiliza uma análise de covariância logarítmica. Com esta técnica, mesmo ao considerar a massa corporal total como covariante, o  $VO_{2MAX}$  apresenta um aumento de valores no decorrer dos anos para os meninos e para as meninas.

A melhora do rendimento aeróbio também pode estar associada aos efeitos de maturação em jovens atletas do sexo masculino. Entre as variáveis de crescimento físico que fazem parte do processo maturacional está a composição corporal, ou seja, a massa muscular proporcionalmente maior, a alta capacidade de conduzir oxigênio para o sangue e o rendimento cardíaco máximo. Estas adaptações concomitantemente relacionam-se ao aumento da testosterona e do hormônio do crescimento. Deste modo, o aumento do rendimento aeróbio em jovens pode estar relacionado tanto com a maturação quanto com o treinamento. Os mecanismos que proporcionam essas melhoras, contudo, não são bem diferenciados (NAUGHTON, FARPOUR-LAMBERT, CARLSON, BRADNEY, VAN PRAAGH, 2000).

Para BAQUET, VAN PRAAGH, BERTHOIN (2003), qualquer possível influência da maturação no  $VO_{2MAX}$  permanece obscura, pois, existe a necessidade de ser analisada a resposta do treinamento de pré-púberes e púberes quando os sujeitos têm o mesmo programa de treinamento aeróbio. ARMSTRONG, WELSMAN, KIRBY (1998) constataram que não existe influência da maturação nos valores de  $VO_2$  em exercícios submáximos para jovens de 12 anos de idade mesmo quando o  $VO_2$  é ajustado pela massa corporal.

Ao ser relacionado com a idade cronológica em estudos transversais e longitudinais, o  $VO_{2PICO}$  apresenta aumento de 80% para as meninas entre 8-16 anos e de 150% para meninos com a mesma faixa etária. Com relação à diferença entre os sexos para o  $VO_{2PICO}$  durante a puberdade, a composição corporal, a concentração de hemoglobina no sangue e a quantidade de massa muscular são algumas variáveis consideradas hipoteticamente explanatórias do maior  $VO_{2PICO}$  para os meninos (ARMSTRONG & WELSMAN, 2000).

Não se pode descartar a possibilidade dos efeitos de treinamento dos componentes aeróbios. Diversos autores relatam que os adolescentes são suscetíveis à treinabilidade dos componentes aeróbios (ARMSTRONG, WELSMAN,

2000; NAUGHTON, FARPOUR-LAMBERT, CARLSON, BRADNEY, VAN PRAAGH, 2000; BAQUET, VAN PRAAGH, BERTHOIN, 2003). OLBRECHT (2000) enfatiza que jovens nadadores do sexo masculino possuem ótima treinabilidade dos componentes aeróbios aos 13-14 anos.

A habilidade de sustentar o gasto de energia por via aeróbia está relacionada com o limiar de lactato; BILLAT, SIRVENT, PY, KORALSZTEIN, MERCIER (2003) definem limiar de lactato como a máxima concentração de lactato no sangue à máxima carga de trabalho que pode ser mantida durante um período de tempo sem contínuo acúmulo de lactato sanguíneo. Os atletas normalmente desempenham os treinamentos em intensidade de limiar de lactato também conhecido como limiar anaeróbio. Os valores de limiar de lactato são medidos em mmol/L (milimols de lactato por litro de sangue).

A velocidade crítica, medida indicadora de resistência aeróbia do presente trabalho correlaciona-se significativamente com a velocidade a 4 mmol/L tanto no “swim flume” ( $r^2 = 0,89$ ) quanto na piscina ( $r^2 = 0,99$ ), correspondendo à velocidade de nado que pode ser mantida no estado estável máximo de lactato e, desta forma, representa a velocidade limite de equilíbrio entre a produção e a remoção do lactato (WAKAYOSHI, YOSHIDA, UDO, KASAI, MORITANI, MUTOH & MIYASHITA, 1992; WAKAYOSHI, YOSHIDA, UDO, HARADA, MORITANI, MUTOH, MIYASHITA, 1993).

De acordo com o visto até o momento, o índice de eficiência de nado, o comprimento de braçada, a potência anaeróbia e a resistência aeróbia são os componentes mais relevantes para jovens nadadores do sexo masculino em provas de curta distância, especificamente discutida a distância de 100 metros nado Crawl.

Para TOUBEKIS, TSAMI, TOKMAKIDIS (2006), as mudanças maturacionais ocorrem paralelamente aos estímulos de treinamento em crianças e jovens de 8 – 15 anos, por estas razões, as mudanças podem afetar a capacidade técnica de nado e o nível de desempenho dos nadadores. Então, fatores biomecânicos podem afetar o desempenho em maior grau quando comparados às capacidades biológicas durante a maturação pelo aumento do custo energético em mais jovens ou não experientes comparados aos mais experientes ou nadadores adultos.

A capacidade de desempenhar qualquer exercício com habilidade extrema resulta numa demanda reduzida de energia. A energia utilizada durante a natação é utilizada, em parte, para “pagar” o custo da manutenção do corpo na superfície da água e gerar força necessária para superar a resistência da água durante a locomoção. Embora a energia necessária para nadar seja dependente do tamanho corporal e flutuabilidade, a aplicação efetiva da força contra a água é o fator determinante da economia de movimento nesta atividade, ou seja, quanto melhor a técnica de nado, menos energia será gasta e melhor será o desempenho final. Comparando triatletas e nadadores, é possível observar que embora triatletas tenham maiores valores de  $VO_{2MÁX}$  que nadadores, os resultados são sempre inferiores em determinada distância, ou seja, o desempenho na natação é limitado mais pela habilidade técnica do que pelo valor final do consumo máximo de oxigênio. Esta informação deixa claro que o tempo de treinamento e esforço utilizado em aspectos mecânicos deve ser igual ou superior ao tempo dedicado à melhora da força rápida (potência) e da resistência aeróbia (COSTILL, MAGLISCHO, RICHARDSON, 1992).

## **6 CONCLUSÃO**

Em relação ao primeiro objetivo, as medidas antropométricas apresentaram valores menores quando comparadas a outros estudos europeus e americanos. Quanto às medidas de aptidão física específica, atendendo uma justificativa do trabalho, o teste de velocidade crítica utilizado está de acordo com os pressupostos teóricos e, portanto, é adequado para ser utilizado em outros estudos com jovens nadadores. Os resultados obtidos nos testes de potência anaeróbia e velocidade crítica se diferenciaram de outros estudos com faixa etária semelhante devido à metodologia utilizada para obtenção dos mesmos, já que na presente pesquisa buscou-se atender aos requisitos de autenticidade, especificidade e acessibilidade das medidas. Os valores verificados nas medidas técnicas de nado são semelhantes à outros valores obtidos na mesma distância estudada (100 metros nado Crawl) para a faixa etária entre 13-15 anos.

Com relação ao segundo objetivo, verificaram-se altas correlações da potência anaeróbia, do índice de eficiência de nado, da velocidade crítica, do diâmetro biacromial, do comprimento de braçada e da estatura ( $p < 0,01$ ) com a medida de velocidade nos 100 metros nado Crawl. Estes resultados indicam a relevância dos três componentes no desempenho de jovens nadadores, respectivamente: a técnica de nado, a aptidão física específica e a antropometria.

Com relação ao terceiro objetivo, a combinação dos resultados do teste de potência anaeróbia, do teste de velocidade crítica e da medida de comprimento de braçada explicou de modo conjunto, 91% da variabilidade da velocidade dos 100 metros nado Crawl. A ausência de variáveis antropométricas no modelo de regressão sugere que o desempenho de jovens nadadores para a distância de 100 metros Nado Crawl é caracterizado predominantemente por fatores relacionados às capacidades fisiológicas e habilidades técnicas do nado Crawl.

Como sugestão para futuras pesquisas, a busca da validação ecológica para a mensuração dos componentes técnicos, das medidas indicadoras de potência anaeróbia e da resistência aeróbia merece destaque e também, na possível utilização das mesmas em situações práticas de avaliação de treinamento infanto-juvenil na natação.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKLAND, T.R.. Talent identification: what makes a champion swimmer? In: SANDERS, R; LINSTEIN, J. **Applied Proceedings of the XVII International Symposium of Biomechanics in Sports**, Austrália, 1999. p.67-74. Disponível em:<<http://coachesinfo.com.article/166> > .[2005 fev 01].

ARMSTRONG, N; WELSMAN, J.R; KIRBY, B.J. Peak oxygen uptake and maturation in 12 year-olds. **Medicine and Science in Sports and Exercises**, v.30, p.165-169, 1998.

ARMSTRONG, N.; WELSMAN, J.R. Development of Aerobic Fitness during Child and Adolescence. **Pediatric Exercise Science**. v.12, n.02, p. 128-149, 2000.

BAQUET, G; VAN PRAAGH, E; BERTHOIN, S. Endurance Training and Aerobic Fitness in Young People. **Sports Medicine**, v.33, n.15, p. 1127-1143, 2003.

BARBANTI, V. **Treinamento físico: bases científicas**. São Paulo: Baliero, 1996.

BAR-OR, O. **Growth, maturation and physical performance**. Oxford: Blackwell Science; 1996.

BILLAT, V.L; SIRVENT, P; PY, G; KORALSZTEIN, J; MERCIER, J. The concept of maximal lactate steady state. **Sports Medicine**, v.33, n.6, p.407-426, 2003.

BLANKSBY, B.A; BLOOMFIELD,J; PONCHARD, M; ACKLAND, T.R. The relationship between anatomical characteristics and swimming performance in state age-group championship competitors. **Journal of Swimming Research**, v.2, n.2, p.30-36, 1986.

BÖHME, M.T.S. O treinamento a longo prazo e o processo de detecção, seleção e promoção de talentos esportivos. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v.21, n.2/3, p.4-10, 2000.

CAPELLI, C; PENDERGAST, D.R; TERMIN, B. Energetics of swimming at maximal speeds in humans. **European Journal of Applied Physiology**. v.78, p.385-393, 1998.

CARTER, J.E.L; ACKLAND, T.R. **Kinanthropometry in aquatic sports: a study of world class athletes**. Champaign: Human Kinetics; 1994.

CARTER, J.E.L; HEATH, B.H. **Somatotipung – developmental and applications**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

CARTER, J.E.L; MARFELL-JONES, M.J. Somatotypes. In: CARTER, J.E.L; ACKLAND, T.R. **Kinanthropometry in aquatic sports**. Champaign: Human Kinetics, 1994. p.55-82.

CHATARD, J.C; COLLOMP, C.; MAGLISCHO, E. MAGLISCHO, C. Swimming skill and stroking characteristics of front crawl swimmers. **International Journal of Sports Medicine**, v.11, n.2, p.156-161, 1990.

CHOLLET, D.; PELAYO, P.; DELAPLACE, C.; TOURNY, C. Stroking characteristic variations in the 100 m freestyle for male swimmers of differing skill. **Perceptual and Motor Skills**. v.85, p.167-177, 1997.

COSTILL, D.L; MAGLISCHO, E.W; RICHARDSON, A.B. **Handbook of sports medicine and science: swimming**. Oxford: Blackwell Science, 1992.

CRAIG, A.B.; SKEHAN, P.L.; PAWELCZYK, J.A.; BOOMER, W.L. Velocity, stroke rate, and distance per stroke during elite swimming competition. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.17, p.625-634, 1985.

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 Paulista de Educação Física**. v. 11, n.2, jul/dez, 1997.

DEKERLE, J; PELAYO, P; SIDNEY, M; MARAIS,G. Determination of critical speed in relation to front crawl swimming performances. **Journal of Sports Sciences** (Conferência), v.18, n.7, p.523-551, 2000.

DIALLO, O; DORÉ, C; HAUTIER, P.; DUCHÉ.; VAN PRAAGH, E. Effects of jump and sprint training on athletic performance in prepubescent boys. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.31 (Suplemento): 1581, 1999.

DRINKWATER, D.T; MAZZA, J.C. Body composition. In: CARTER, J.E.L; ACKLAND, T.R. **Kinanthropometry in aquatic sports**. Champaign: Human Kinetics, 1994. p.102-137.

DUNDER, L.H. Mecânica do nado crawl. In: ANDRIES JUNIOR,O; DUNDER, L.H; SANTOS, E; VANSAN, V; GIAMPAOLI, C.A. **Natação: Treinamento Técnico**. São Paulo: Manole, 2002.

EISENMANN, J.C; MALINA, R.M. Body size and endurance performance. In: SHEPARD, R.J; ASTRAND, P.O. **Endurance in sport**. Oxford: Blackwell Science, 2000.

FERNANDES, R.J; BARBOSA, T; VILAS-BOAS, J.P. Fatores cineantropométricos determinantes em natação pura desportiva. **Revista Brasileira de Cineantropometria Desempenho Humano**, v.4, n.1, p.67-79, 2002.

FERNANDES, R.J; BILLAT, V.L; CRUZ, A.C; COLAÇO, C.J; CARDOSO, C.S; VILAS-BOAS, J.P. Has gender any effect on the relationship between time limit at

VO<sub>2</sub> max velocity and swimming economy ? **Journal of Human Movement Studies**. v.49, p.127-148, 2005.

FERNANDES, R.; GUERRA, S.; LAMARES, J. P.; VILAS-BOAS, J. P. Critical velocity in swimming: three different methodologies for its determination. **5th Annual Congress of the European College of Sport Science**. University of Jyvaskyla, Finland, 2000.

FERNANDES, R.; VILAS-BOAS, J.P. Critical velocity as a criterion for estimating aerobic training pace in juvenile swimmers. In: K. Keskinen, P. Komi, P. Hollander. **Proceedings of the VIII International Symposium of Biomechanics and Medicine in Swimming**, pp. 233-238. University of Jyvaskyla, Finland, 1999.

FORTES, M.S.R; CASTRO, C.L.N. Perfil de nadadores: composição corporal, nível maturacional e desempenho motor em crianças e jovens nadadores. **Fitness & Performance Journal**, v.4, n.1, jul/ago, p. 42-50, 2002.

FREUDENHEIM, A.M; MADUREIRA, F. Natação: análise e ensino do Nado Crawl. In: TANI, G; BENTO, J.O; PETERSEN, R.D.S. **Pedagogia do Desporto**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. Cap.29.

GELADAS, N.D; NASSIS, G.P; PAVLICEVIC, S. Somatic and physical traits affecting sprint swimming performance in young swimmers. **International Journal of Sports Medicine**, v.26, p.139-144, 2005.

GRECO, C.C; DENADAI, B.S; PELLEGRINOTTI, I.L; FREITAS, A.B; 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*. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.9, n.1, jan/fev, p. 2-8, 2003.

GRECO, C.C.; DENADAI, B.S. Critical speed and endurance capacity in young swimmers: effects of gender and age. **Pediatric Exercise Science**, v.17, p.353-363, 2005.

HAIR, J.H; ANDERSON, R.E; TATHAM, R.L; BLACK, W.C. **Multivariate data analysis**. New Jersey: Prentice Hall; 1998.

HAWLEY, J.A; WILLIAMS, M.M; VICKOVIC, M.M; HANDCOCK, P.J. Muscle power predicts freestyle swimming. **British Journal of Sports Medicine**. v. 26, p.151-155, 1992.

HEYWARD, V.H; STOLARCZYK, L.M. **Avaliação da composição corporal aplicada**. Barueri: Manole, 2000.

HOHMANN, A; DIERKS, B; LUEHNENSCHLOSS, D; SEIDEL, I; WICHMANN, E. The influence of strength, speed, motor coordination and technique on the performance in crawl sprint. In: KESKINEN, K; KOMI, P; HOLLANDER, P. **Biomechanics and Medicine in Swimming VIII**. Proceedings of the VIII International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming, University of Jyväskylä, Finland, June 28 - July 2, 1998, University of Jyväskylä. Department of Biology of Physical Activity, p.191-196.

HOLLANDER, A.P; de GROOT, G; SCHNEAU, G.J.I; KAHMAN, R; TOUSSAINT, H.M. Contributions of the legs to propulsion in front crawl swimming. In: UNGERRECHTS, B; WILKE, K; REISCHLE, R. **International Series on Sport Sciences: v.18. Swimming Science V**, p.39-43. Champaign, IL: Human Kinetics, 1988.

HOLLMANN, W; HETTINGER, T. **Medicina do esporte: fundamentos anatômico-fisiológicos para a prática esportiva**. Barueri: Manole, 2005.

HULL, M. The flutter kick. **Swimming Technique**. v.24, p.27-30, 1997.

INBAR, O. Development of anaerobic power and local muscular endurance. In: BAR-OR, O. **Growth, maturation and physical performance**. Oxford: Blackwell Science; 1996. Cap. 3.

JÜRIMAE, J; HALJASTE, K; CICHELLA, A; LÄTT, E; PURGE, P; LEPPIK, A; JÜRIMAE, T. Analysis of swimming performance from physical, physiological and biomechanical parameters in young swimmers. **Pediatric Exercise Science**. v.19, p.70-81, 2007.

KJENDLIE, P; INGJER, F; STALLMANN, R.K; STRAY-GUNDERSEN, J. Factors affecting swimming economy in children and adults. **European Journal of Applied Physiology**, v.93, p.65-74, 2004.

KLIKA, R.J; THORLAND, W.G. Physiological determinants of sprint swimming performance in children and young adults. **Pediatric Exercise Science**, v.6, p.59-68, 1994.

KOMI, P. **Força e potência no esporte**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

LÉGER, L. Aerobic Performance. IN: DOCHERTY, D. **Measurement in Pediatric Exercise Science**. Champaign, IL: Human Kinetics, 1996. p.183-223.

LOHMAN, T.G., ROCHE, A.F., MARTORELL, R. **Anthropometric standardization reference manual**. Champaign, IL: Human Kinetics, 1988.

MAGLISCHO, E.W. **Nadando ainda mais rápido**. São Paulo: Manole, 1999.

MAGLISCHO, E.W. **Swimming fastest**. Champaign, IL: Human Kinetics, 2003.

MALINA, R.M.; BOUCHARD, C.; BAR-OR, O. **Growth, maturation and physical activity**. Champaign: Human Kinetics; 2004.

MAKARENKO, L. **Natação: seleção de talentos e iniciação desportiva**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

MARTIN, R.H.C; UEZU, R; PARRA, S.A; ARENA, S.S; BOJIKIAN, L.P; BÖHME, M.T.S. Auto-avaliação da maturação sexual masculina por meio da utilização de desenhos e fotos. **Revista Paulista de Educação Física**. v.15, n.2, p.212-222, 2001.

MARTIN, A.D; WARD, R. Body Composition. In: DOCHERTY, D. **Measurement in Pediatric Exercise Science**. Canadian Society of Exercise Physiology. Champaign: Human Kinetics, 1996. p.87-110.

MAZZA, J.C; ACKLAND, T.R; BACH, T.M; COSOLITO, P. Absolute body size. In: CARTER, J.E.L; ACKLAND, T.R. **Kinanthropometry in aquatic sports**. Champaign: Human Kinetics, 1994. p.15-54.

McARDLE, W.D; KATCH, F.I; KATCH, V.L. **Fisiologia do Exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

MIYASHITA M, TAKAHASHI S, TROUP J, WAKAYOSHI, K. Leg extension power of elite swimmers. In: Maclaren D, Reilly T, Lees A, editors. **Biomechanics and medicine in swimming. Swimming science VI**. London: E & FN SPON, 1992: 295-9.

MONOD, H; SCHERRER, J. The work capacity of a synergic muscular group. **Ergonomics**, v.8, p.329-338, 1965.

NAUGHTON, G., FARPOUR-LAMBERT, N.J., CARLSON, J., BRADNEYU, M., PRAAGH, E.V. Physiological Issues Surrounding the Performance of Adolescent Athletes. **Sports Medicine**. V.30, N.5, PP. 309-325, 2000.

NORTON, K; OLDS, T. **Antropométrica**. Sidney: Australia University of New South Wales Press, 1996.

OLBRECHT, J. **The science of winning: planning, periodizing and optimizing swim training**. England: F&G Partners, 2000.

PATE, R.R. & WARD, D.S. Endurance Trainability of Children and Youths. IN: BAR-OR, O. **Growth, maturation and physical performance**. Oxford: Blackwell Science, 1996.

PELAYO, P; SIDNEY, M; KHERIF, T; CHOLLET, D; TOURNY, C. Stroking characteristics in freestyle swimming and relations with anthropometric characteristics. **Journal of Applied Biomechanics**, v.12, p.197-206, 1996.

PELAYO,P; WILLE, F; SIDNEY, M; BERTHOIN, S; LAVOIE, J.M. Swimming performances and stroking parameters in non skilled grammar school pupils: relation with age, gender and some anthropometric characteristics. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. v.37, p.187-193, 1997.

PLATONOV, V. **Treinamento desportivo para nadadores de alto nível**. São Paulo: Phorte, 2005.

POUJADE, B; HAUTIER, C.A; ROUARD, A. Determinants of energy cost of front crawl swimming in children. **European Journal of Applied Physiology**, v.87, p.1-6, 2002.

PRAMPERO, P.E. di. The energy cost of human locomotion on land and in the water. **International Journal of Sports Medicine**. v. 7, p.55-72, 1986.

PRAMPERO, P.E. di. The concept of critical velocity: a brief analysis. **European Journal of Applied Physiology & Occupational Physiology**. v. 80, n.2. p. 162-164, 1999.



PRESTES, J; LEITE, R.D; LEITE, G.S; DONATTO, F.F; URTADO, C.B; BARTOLOMEU NETO, J.B; DOURADO, A.C. Características antropométricas de jovens nadadores brasileiros do sexo masculino e feminino em diferentes categorias competitivas. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.8, n.4, p.25-31, 2006.

PYNE, D; MAW, G; GOLDSMITH, W. Protocols for the physiological assessment of swimmers. In: GORE, C.J. **Physiological tests for elite athletes**. Australian Sports Commission. Champaign, IL:Human Kinetics, 2000. p. 372-382.

RAMA, L; SANTOS, J; GOMES, P; ALVES, F. Determinant factors related to swimming performance in young swimmer. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**. v.6, suplemento 2, p.201-282, 2006.

ROWLAND, T.W. **Exercise and children's health**. Champaign, IL: Human Kinetics, 1990.

ROWLAND, T. Children: Development of Aerobic Fitness. Disponível em: <[www.sportsci.org/encyc/drafts/Child\\_VO2max\\_Rowland.doc](http://www.sportsci.org/encyc/drafts/Child_VO2max_Rowland.doc)>. Acesso em: 15/02/2007.

SAAVEDRA, J.M; ESCALANTE, Y; RODRÍGUEZ, F.A. Multidimensional evaluation of peripubertal swimmers: multiple regression analysis applied to talent selection. In: CHATARD, J.C. **Biomechanics and Medicine in Swimming IX**. Saint- Étienne: Publications de l'Université de Saint-Étienne; 2003. p. 551-556.

SCHNEIDER, P; MEYER, F. Avaliação antropométrica e da força muscular em nadadores pré-púberes e púberes. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v.11, n.4, 2005.

SHARP, R.L. Fisiologia da natação. In: GARRET JR, W.E; KIRKENDALL, D.T. **A ciência do exercício e dos esportes**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

SHEPARD, R.J; ASTRAND, P.O. **Endurance in sport**. Oxford: Blackwell Science, 2000.

SIDERS, W.A; LUKASKI, H.C; BOLONCHUK, W.W. Relationship among swimming performance, body composition and somatotype in competitive collegiate swimmers. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. v.33, n.2, p.166-171, 1993.

SIDNEY, M; PELAYO, P; ROBERT, A. Tethered forces in crawl stroke and their relationship to anthropometric characteristics and sprint swimming performance. **Journal of Human Movement Studies**, v.31, n.1-12, 1996.

SLAUGHTER, M.H; LOHMAN, T.G; BOILEAU, R.A.; HORSWILL, C.A; STILLMAN, R.J; van LOAN, M.D; BEMBEN, D.A. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. **Human Biology**, v.60, p.709-723, 1988.

SMITH, D.J; NORRIS, S.R; HOGG, J.M. Performance evaluation of swimmers. **Sports Medicine**, v.32, n.9, p.539-554, 2002.

STRZALA, M; TYKA, A; KREZALEK, P. Swimming technique and biometric and functional indices of young swimmers in relation to front crawl swimming velocity. **Human Movement**, v.8, n.2, p.112-119, 2007.

TANNER, J.M. **Growth at adolescence**. Oxford: Blackwell Scientific, 1962.

TOUBEKIS, A.G; TSAMI, A.P; TOKMAKIDIS, S.P. Critical velocity and lactate threshold in young swimmers. **International Journal of Sports Medicine**, v.27, p.117-123,2006.

TOUSSAINT, H.M; van der HELM, F.C.T.; ELZERMAN, J.R.; HOLLANDER, P.A.; de GROOT, G.; van INGEN-SHENAU, G.J. A power balance applied to swimming. In: HOLLANDER, P.A.; HUIJING, P.A.; de GROOT, G. **Biomechanics and Medicine in Swimming**. Champaign:IL: Human Kinetics, p.165-172, 1983.

VAN PRAAGH, E. Development of anaerobic function during childhood and adolescence. **Pediatric Exercise Science**, v.12, n.2, p.150-173, 2000.

VELHO, N.M; SCHWINGEL, A.C. Diâmetros ósseos. In: PETROSKI, E.L. **Antropometria: técnicas e padronizações**. Porto Alegre: Palloti, 1999. Cap. 5.

VILAS-BOAS, J.P; LAMARES, J.P; FERNANDES, R; DUARTE, J.A. Avaliação do nadador e definição de objetivos através de critérios não invasivos de simples implementação. **Horizonte**, v.xiv, n.80, nov-dez, 1997.

WAKAYOSHI, K; YOSHIDA, T; UDO, M; KASAI, T; MORITANI, T; MUTOH, Y; MIYASHITA, M. A simple method for determining critical speed as swimming fatigue threshold in competitive swimming. **International Journal of Sports Medicine**, v.13, p.367-371, 1992.

WAKAYOSHI, K; YOSHIDA, T; UDO, M; HARADA, T; MORITANI, T; MUTOH, Y; MIYASHITA, M. Does critical swimming velocity represent exercise intensity at a maximal lactate steady state? **European Journal of Applied Physiology**, v.66, p.90-95, 1993.

WELLS, G.D; SCHNEIDERMAN-WALKER, J; PLYLEY, M. Normal physiological characteristics of elite swimmers. **Pediatric Exercise Science**, v.17, p.30-52, 2006.

WILLIAMS, J.R., ARMSTRONG, N. Relationship of maximal lactate steady state to performance at fixed blood lactate reference values in children. **Pediatric Exercise Science**. v.3, p333-341, 1991.

## ANEXO VI

### Características dos estágios de maturação sexual (TANNER, 1962)

#### **Pêlos púbicos (sexo masculino)**

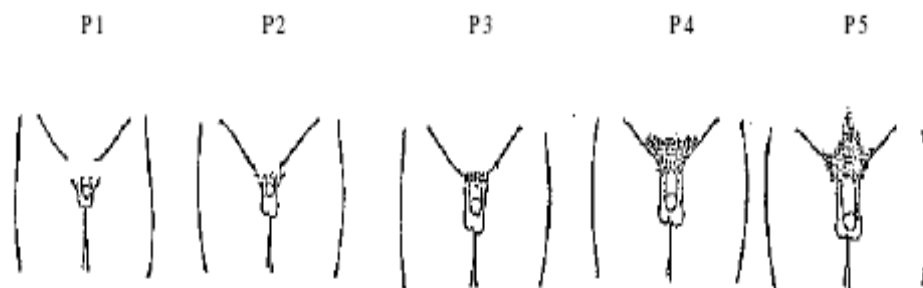
**P1** Ausência de pêlos pubianos. Pode haver uma leve penugem semelhante à observada na parede abdominal.

**P2** Aparecimento de pêlos longos e finos, levemente pigmentados, lisos ou pouco encaracolados, principalmente na base do pênis (ou ao longo dos grandes lábios).

**P3** Maior quantidade de pêlos, agora mais grossos, escuros e encaracolados, espalhando-se esparsamente pela sínfise púbica.

**P4** Pêlos do tipo adulto, cobrindo mais densamente a região púbica, mas ainda sem atingir a face interna das coxas.

**P5** Pilosidade pubiana igual a do adulto, em quantidade e distribuição, invadindo a face interna das coxas.



Estágios de desenvolvimento de pilosidade pubiana (MARTIN et al. apud Morris & Udry, 1980).