

PAULO CEZAR DA SILVA MARINHO

MENSURAÇÃO DA FORÇA PROPULSORA MEDIANTE O EMPREGO
DO “NADO AMARRADO” E SUA RELAÇÃO COM A
VELOCIDADE BÁSICA DE NADADORES

Dissertação de Mestrado Apresentada à
Faculdade de Educação Física da Universidade
Estadual de Campinas sob a orientação do
professor Dr. Orival Andries Junior.

Campinas, 2002

Este exemplar corresponde à redação final da dissertação de mestrado defendida por Paulo Cezar da Silva Marinho e aprovada pela comissão julgadora em 07 de novembro de 2002.

Prof. Dr. Orival Andries Junior

Com muito carinho
dedico este trabalho,

à minha família e principalmente aos meus pais, Benedito Cezar e Edna pelo amor a mim transmitido e por sempre terem acreditado nos meus sonhos.

à minha futura esposa Luciana que sempre me compreendeu e me apoiou nos momentos mais difíceis.

ao meu cunhado e amigo Ten. Eduardo Areco (in memoriam) exemplo de profissional, desportista, pai e acima de tudo ser humano.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À Deus por sempre estar presente na minha vida

Ao Professor Doutor Orival Andries Júnior, amigo e orientador que muito me ensinou durante o programa de mestrado;

Aos Professores Doutores Paulo Roberto de Oliveira e Rafael Costa Marques, membros da banca examinadora, que aceitaram analisar este trabalho;

Ao meu Pai por ter me auxiliado na confecção dos equipamentos utilizados no trabalho;

Ao Amigo e Companheiro Professor Emílio que muito me auxiliou na coleta dos dados;

Aos Professores, Digiorgio, Vacari, Vanzella e Eduardo, técnicos das equipes que cederam os atletas para comporem a amostra do estudo.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho,

Meus sinceros agradecimentos

Muito Obrigado!!

ESTE TRABALHO CONTOU COM AUXILIO FINANCEIRO DA **CAPES**.

RESUMO

Inúmeras pesquisas científicas aplicadas à natação competitiva fazem referência à importância que o desenvolvimento e o aprimoramento das capacidades de força exercem na otimização da velocidade e conseqüentemente do resultado desportivo. Neste contexto a mensuração dos níveis de força na intenção de monitorar seu desempenho, se torna um recurso necessário no processo de construção de resultados mais expressivos. Infelizmente os meios comumente empregados no País para mensurar a força do nadador não apresentam características específicas, o que de certa forma comprometem a interpretação dos resultados relacionados à performance dos nadadores. Os meios considerados específicos são freqüentemente relatados na literatura internacional. Dentre eles o mais aplicado é o “nado amarrado”, que permite medir a força propulsora do nadador. Apesar deste meio apresentar inúmeras vantagens, algumas pesquisas questionam sua relação com a performance, embasadas na falta de referência sobre as velocidades de nado, e principalmente, nas diferenças mecânicas apresentadas na trajetória dos segmentos propulsores em comparação com a natação em condições livres. Nesta perspectiva o presente estudo teve como objetivo principal medir a força propulsora mediante a utilização do nado amarrado e verificar sua influência na performance relacionada à velocidade básica dos mesmos. A amostra da pesquisa foi composta por 28 atletas (nadadores) do sexo masculino, da categoria juvenil (faixa etária 15-16 anos), pertencentes a quatro distintas equipes filiadas à Federação Aquática Paulista (FAP). A velocidade básica dos nadadores foi mensurada a partir da aplicação do teste de 15 metros com o auxílio de recursos cinematográficos, já na mensuração da força do nadador foi utilizado um equipamento denominado propulsor. De todo o estudo realizado desprende-se o seguinte: 1) Existe uma estreita relação entre a Força Propulsora Máxima e Média (ambas mensuradas no nado amarrado) com a velocidade básica dos nadadores; 2) O fato das medidas serem tomadas no principal estilo do nadador parece aumentar a relação entre a força propulsora e a velocidade básica; 3) O nado amarrado apresenta uma moderada capacidade de predição do resultado da velocidade básica. Diante dos fatos relatados pode-se concluir que este estudo apresenta uma evidente importância atrelada à possibilidade de orientar de forma racional o processo de tomada de decisão no contexto da preparação física de nadadores, principalmente no que diz respeito à força e a velocidade.

ABSTRACT

Countless applied scientific researches to the competitive swimming make reference to the importance that the development of the capacities of force exercise in the increase of the speed and consequently of the sport result. In this context the measurement of the levels of force in the intention of monitoring your acting, becomes a necessary resource in the process of construction of more expressive results. Unhappily the means commonly employed in the Country for to measure the swimmer's force doesn't present specific characteristics, which commit the interpretation of the results related to the swimmers' performance in a certain way. The means considered specific they are frequently related in the international literature. Among them the most applied is the "tethered swimming", that allows to measure the swimmer's propulsive force. In spite of this half to present countless advantages, some researches question your relationship with the performance, based in the reference lack about the speeds of swimming, and mainly, in the mechanical differences presented in the path of the segments propellers in comparison with the swimming in free conditions. In this perspective the present study had as main purpose to measure the propulsive force by the use of the tethered swim and to verify your influence in the performance related to the basic speed of the same ones. 28 males athletes (swimmers), of the juvenile category (age group 15-16 years), belonging to four different teams adopted to the From São Paulo Aquatic Federation (FAP) composed the sample of the research. The swimmers' basic speed was measured by application of the test of 15 meters with the aid of resources cinematography, while in the measurement of the swimmer's force an equipment denominated Propulsor was used. Of whole the accomplished study comes off the following: 1) a higher relationship exists between the Maximum Propulsive Force and Average Propulsive Force (both measured in the tethered swimming) with the swimmers' basic speed; 2) the fact of the measures be taken in the swimmer's principal style it seems to increase the relationship between the propulsive force and the basic speed; 3) the tethered swimming presents a moderate capacity of prediction of the result of the basic speed. After the presentation of the facts, it can be concluded that this study presents an evident importance related to the possibility of guiding in a rational way the process of make decision in the context of the swimmers' physical preparation, mainly in the forces and the speed direction.

RESUMO

Inúmeras pesquisas científicas aplicadas à natação competitiva fazem referência à importância que o desenvolvimento e o aprimoramento das capacidades de força exercem na otimização da velocidade e conseqüentemente do resultado desportivo. Neste contexto a mensuração dos níveis de força na intenção de monitorar seu desempenho, se torna um recurso necessário no processo de construção de resultados mais expressivos. Infelizmente os meios comumente empregados no País para mensurar a força do nadador não apresentam características específicas, o que de certa forma comprometem a interpretação dos resultados relacionados à performance dos nadadores. Os meios considerados específicos são freqüentemente relatados na literatura internacional. Dentre eles o mais aplicado é o “nado amarrado”, que permite medir a força propulsora do nadador. Apesar deste meio apresentar inúmeras vantagens, algumas pesquisas questionam sua relação com a performance, embasadas na falta de referência sobre as velocidades de nado, e principalmente, nas diferenças mecânicas apresentadas na trajetória dos segmentos propulsores em comparação com a natação em condições livres. Nesta perspectiva o presente estudo teve como objetivo principal medir a força propulsora mediante a utilização do nado amarrado e verificar sua influência na performance relacionada à velocidade básica dos mesmos. A amostra da pesquisa foi composta por 28 atletas (nadadores) do sexo masculino, da categoria juvenil (faixa etária 15-16 anos), pertencentes a quatro distintas equipes filiadas à Federação Aquática Paulista (FAP). A velocidade básica dos nadadores foi mensurada a partir da aplicação do teste de 15 metros com o auxílio de recursos cinematográficos, já na mensuração da força do nadador foi utilizado um equipamento denominado propulsor. De todo o estudo realizado desprende-se o seguinte: 1) Existe uma estreita relação entre a Força Propulsora Máxima e Média (ambas mensuradas no nado amarrado) com a velocidade básica dos nadadores; 2) O fato das medidas serem tomadas no principal estilo do nadador parece aumentar a relação entre a força propulsora e a velocidade básica; 3) O nado amarrado apresenta uma moderada capacidade de predição do resultado da velocidade básica. Diante dos fatos relatados pode-se concluir que este estudo apresenta uma evidente importância atrelada à possibilidade de orientar de forma racional o processo de tomada de decisão no contexto da preparação física de nadadores, principalmente no que diz respeito à força e a velocidade.

ABSTRACT

Countless applied scientific researches to the competitive swimming make reference to the importance that the development of the capacities of force exercise in the increase of the speed and consequently of the sport result. In this context the measurement of the levels of force in the intention of monitoring your acting, becomes a necessary resource in the process of construction of more expressive results. Unhappily the means commonly employed in the Country for to measure the swimmer's force doesn't present specific characteristics, which commit the interpretation of the results related to the swimmers' performance in a certain way. The means considered specific they are frequently related in the international literature. Among them the most applied is the "tethered swimming", that allows to measure the swimmer's propulsive force. In spite of this half to present countless advantages, some researches question your relationship with the performance, based in the reference lack about the speeds of swimming, and mainly, in the mechanical differences presented in the path of the segments propellers in comparison with the swimming in free conditions. In this perspective the present study had as main purpose to measure the propulsive force by the use of the tethered swim and to verify your influence in the performance related to the basic speed of the same ones. 28 males athletes (swimmers), of the juvenile category (age group 15-16 years), belonging to four different teams adopted to the From São Paulo Aquatic Federation (FAP) composed the sample of the research. The swimmers' basic speed was measured by application of the test of 15 meters with the aid of resources cinematography, while in the measurement of the swimmer's force an equipment denominated Propulsor was used. Of whole the accomplished study comes off the following: 1) a higher relationship exists between the Maximum Propulsive Force and Average Propulsive Force (both measured in the tethered swimming) with the swimmers' basic speed; 2) the fact of the measures be taken in the swimmer's principal style it seems to increase the relationship between the propulsive force and the basic speed; 3) the tethered swimming presents a moderate capacity of prediction of the result of the basic speed. After the presentation of the facts, it can be concluded that this study presents an evident importance related to the possibility of guiding in a rational way the process of make decision in the context of the swimmers' physical preparation, mainly in the forces and the speed direction.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE FOTOS.....	x
LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE QUADROS.....	xii

CAPÍTULO

I. INTRODUÇÃO.....	1
Objetivo Geral e Objetivos Específicos.....	5
Importância do Estudo.....	6
Hipóteses do estudo.....	7
II. REVISÃO DA LITERATURA.....	8
2.1. Evolução Histórica da Natação Competitiva.....	8
2.2. Capacidades Motoras no Esporte.....	10
2.2.1. Capacidade de Velocidade na Natação.....	12
2.2.2. Capacidade de força na Natação.....	14
2.3. Aspectos Mecânicos da Natação.....	17
2.3.1. Força de Arrasto.....	18
2.3.2. Força Propulsora.....	22
2.4. Avaliação em Ciências do Deporto.....	26
2.4.1. Mensuração da Força na Natação.....	28
2.4.2. Mensuração da Força Isométrica.....	30
2.4.3. Teste de 1-RM.....	31
2.4.4. Mensuração da Força Isocinética.....	32

2.4.5. Mensuração da Força no Banco Biocinético	35
2.4.6. Mensuração da Força no MAD_systems.....	37
2.4.7. Mensuração da Força no Nado Amarrado.....	39
III. METODOLOGIA.....	43
3.1. Caracterização da pesquisa.....	43
3.2. População e amostra.....	44
3.3. Caracterização da amostra.....	44
3.3. Mensuração da Velocidade Básica.....	45
3.4. Mensuração da Força Propulsora.....	49
3.3.1. Descrição do hardware.....	49
3.3.2. Descrição do software.....	53
3.3.3. Protocolo do teste.....	55
3.3.4. Instalação do equipamento.....	57
3.4. Procedimentos Metodológicos.....	58
3.5. Procedimentos Analíticos.....	60
IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
4.1. Caracterização dos atletas quanto ao estilo	63
4.2. Variáveis obtidas no teste de velocidade e força.....	64
4.3. Fidedignidade das medidas.....	70
4.4. Relação entre as variáveis.....	72
CONCLUSÃO.....	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
2.0. Avaliação isocinética da força nos movimentos de rotação interna e externa dos ombros.....	34
2.1. Banco Biocinético de Natação.....	35
2.2. MAD_systems.....	38
2.3. Natação Completamente Amarrada (fully tethered swimming).....	40
2.4. Natação Parcialmente Amarrada (patially tethered swimming).....	41
3.0. Esquematização do teste de 15 metros para nadadores velocistas.....	48
3.1. Gráfico resultante da relação força/tempo apresentado pelo software na tela principal.....	54
4.0. Valores de percentil 10, 50 e 90 relativo as medidas da FPM, FPMd e V15 dos 28 atletas pesquisados.....	68
4.1. Análise de regressão entre as variáveis V15 e FPMd.....	79

LISTA DE FOTOS

Foto	Página
3.1. “Carrinho” utilizado na filmagem dos atletas nos 15 metros.....	47
3.2. Transdutor de força (célula de carga).....	50
3.3. Vista Anterior da Interface.....	51
3.4. Vista Posterior da Interface.....	51
3.5. Acessórios utilizados na mensuração da força propulsora.....	56
3.6. Suporte utilizado na sustentação da célula de carga.....	57

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
4.0. Distribuição dos atletas em relação ao estilo e a distância percorrida nas principais competições.....	64
4.1. Variáveis descritivas obtidas no teste de velocidade 15 metros e natação amarrada dos 28 atletas pesquisados.....	65
4.2. Distribuição percentual dos atletas dentro dos diferentes níveis de classificação do rendimento.....	69
4.3. Análise de variância para as três medidas da FPM dos 28 atletas estudados.....	70
4.4. Análise de variância para as três medidas da FPMd dos 28 atletas estudados.....	71
4.5. Análise de variância para as três medidas da V15 dos 28 atletas estudados.....	71
4.6. Coeficiente de correlação de Pearson para as variáveis FPM, FPMd e V15.....	72
4.7. Coeficiente de correlação de Pearson para as variáveis FPM, FPMd e V15 dentro dos diferentes grupos quanto ao estilo adotado nas principais competições	75
4.8. Teste de existência de regressão linear pela análise de variância (ANOVA).....	78

LISTA DE QUADROS

Quadro	Página
2. Distribuição dos meios específicos e inespecíficos de mensuração da força do nadador.....	30
4. Classificação do rendimento dos atletas.....	67

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

A velocidade, segundo VERKHOSHANSKY (1995) é considerada o principal fator relacionado ao resultado desportivo, e esta por sua vez é condicionada por todas as demais capacidades motoras. No entanto determinar a influência de cada uma delas no desenvolvimento da mesma torna-se uma árdua tarefa visto que no contexto do esporte existe uma grande variação entre as modalidades.

MANSO, VALDIVIELSO, CABALLERO & ACERO, (1998) sugerem que a força de um modo geral é talvez o fator mais determinante relacionado à capacidade em questão e que tal afirmação se deve a realização de pesquisas que constataram a existência de uma relação significativa entre o aumento da força e um aumento subsequente da velocidade em muitos esportes. (YOUNG et al. 1995; MERO et al. 1981; MERO 1985; WEINECK 1991).

No caso específico da natação alguns estudos também salientam a importância da força na aquisição de deslocamentos mais velozes (DAVIS, 1955; NUNNEY, 1960; COSTILL et al., 1980; MIYASHITA & KANEHISA, 1983; STRASS, 1986; HSU et al., 1997). Diante disso torna-se fácil compreender porque o treinamento da força constitui uma prática imprescindível entre os nadadores que competem no alto nível.

Dada tal importância à capacidade de força, pode-se afirmar com convicção que a mensuração dos níveis da mesma no sentido de monitorar seu desempenho

torna-se um recurso fundamental no processo de construção do resultado desportivo no âmbito da natação competitiva.

A literatura vinculada à ciência do desporto faz referência a alguns meios empregados na mensuração da força dos nadadores. Estes meios normalmente são classificados como específicos (dentro d'água) ou inespecíficos (fora d'água) em função da semelhança que apresentam com a ação motora competitiva.

No País os meios empregados para mensurar a força dos atletas geralmente apresentam natureza não específica, ou seja, não levam em consideração o exato modelo neuromuscular e biomecânico de execução da braçada. Dentre todos, os mais freqüentemente utilizados são os aparelhos convencionais de musculação, e os aparelhos isocinéticos. O primeiro, busca avaliar a força de forma isométrica ou dinâmica na tentativa de estabelecer a força máxima dos membros superiores e/ou inferiores do nadador, em ângulos, velocidade de contração, e gesto mecânico que pouco se assemelham aos da natação em condições normais. Comprovadamente estes meios não são específicos e portanto sua eficácia dentro da natação é colocada em dúvida. (OLBRECHT, 1983).

Já os equipamentos isocinéticos por permitirem que a força seja medida em função de velocidades específicas pré-determinadas, são considerados por especialistas, mais vantajosos em comparação aos meios convencionais, no entanto as ações motoras realizadas nas articulações não são semelhantes as empregadas em condições normais de nado, fato este que também compromete a utilização deste instrumento na mensuração da força dos nadadores.

Na tentativa de minimizar este problema muitos pesquisadores utilizam uma variação do equipamento isocinético convencional denominado Banco Biocinético de Natação. Este aparelho segundo COSTILL et al (1980), simula a braçada empregada nos estilos crawl e borboleta, e desta forma possibilita aos nadadores incorporar os mesmos mecanismos e grupos musculares exigidos na natação.

Apesar da grande vantagem apresentada, a aceitação deste equipamento como instrumento de medida específico da força é um pouco comprometida, uma vez que a braçada da natação ocorre em um plano tridimensional e o mesmo possibilita movimentos somente em linha reta. Além disso, a distância percorrida pelas mãos mensurada relativamente ao corpo, e a velocidade de deslocamento das mesmas é completamente diferente quando estas variáveis são medidas em condições normais (SCHLEIHAUF 1983).

Em se tratando dos meios específicos de mensuração da força, a literatura faz referência ao Nado Amarrado (NA), empregado para medir a *força propulsora* do nadador. A vantagem deste meio em relação aos anteriores está vinculada a possibilidade de medir a força considerando as ações mecânicas características de cada nadador.

O NA, é assim designado pelo fato do atleta executar suas ações motoras características “amarrado” em um cabo de aço rígido conectado à um dinamômetro (tensiômetro) ou um sistema de polias, sendo então obrigado a permanecer em uma velocidade de deslocamento nula. Segundo MAGEL (1970), este sistema proporciona uma excelente estimativa da força que pode ser aplicada durante a natação regular livre. Tal afirmativa pode estar associada aos resultados de algumas

pesquisas que revelaram existir uma considerável semelhança entre as ações motoras empregadas no NA e a natação em condições normais.

Considerando os aspectos fisiológicos foi constatado que as manifestações metabólicas diagnosticadas junto ao NA se comportavam de modo semelhante quando comparadas às condições normais de natação (HOLMÉR, 1979; BONEN 1980; citados por Alves, 2001).

Em se tratando da ação muscular envolvida, de forma análoga, BOLLENS, ANNEMANS e CLARYS (1988), não observaram nenhuma diferença significativa dos padrões das ações eletromiográficas apresentadas no NA em comparação com a natação em condições normais, principalmente à máxima frequência de braçadas.

Apesar das evidências a princípio indicarem o NA como o meio mais efetivo de mensuração da força específica do nadador, a literatura científica vem questionando sua relação com a performance desportiva na natação, baseando-se nos resultados conflitantes encontrados em algumas pesquisas que procuraram investigar a influência da força obtida mediante a utilização do instrumento de medida e a performance da velocidade. Enquanto algumas puderam observar uma forte relação entre a força e a velocidade dos nadadores (COSTILL, KING, HOLDREN & HARGREAVES, 1983; MARINHO & GOMES, 1999; MARINHO & ANDRIES, 2001; DOPSAJ, MATKOVIC & ZDRAVKOVIC, 2002), outras não obtiveram o mesmo êxito (ROHRS, MAYHEW, ARABAS & SHELTON, 1990; ADAMS, MARTIN, YEATER & GILSON, 1983). Uma possível explicação para a discrepância dos resultados pode estar associada à falta de referência sobre as velocidades de nado, e principalmente, as diferenças mecânicas apresentadas na

trajetória dos segmentos propulsores em comparação com a natação em condições livre (MAGLISCHO, MAGLISCHO, SHARP, ZIER & KATZ 1984).

Desta forma, diante dos fatos expostos, o presente estudo tem como problema principal ***Verificar o grau de correlação existente entre a força propulsora medida através do “nado completamente amarrado” e a velocidade básica de nadadores de nível competitivo.***

OBJETIVO GERAL

O estudo tem como objetivo medir a força mediante a utilização de um teste considerado específico para nadadores e verificar sua influência na performance da velocidade dos mesmos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Estudar a relação existente entre a força propulsora máxima e a velocidade básica dos nadadores;
- b) Estudar a relação existente entre a força propulsora média e a velocidade básica dos nadadores;

- c) Verificar a relação entre a força propulsora e a velocidade básica considerando o principal estilo do nadador na aquisição das medidas.
- d) Propor e validar uma equação de regressão que estime a velocidade básica dos nadadores a partir da variável força propulsora obtida através do nado amarrado.

IMPORTÂNCIA DO ESTUDO

A importância do estudo está atrelada à possibilidade de orientar de forma racional o processo de tomada de decisão no contexto da preparação física de nadadores, principalmente no que diz respeito a força e velocidade. Dentro desta perspectiva, o mesmo poderá ser aproveitado por professores de educação física, técnicos, e preparadores físicos ligados à natação competitiva.

HIPÓTESES

A hipótese substantiva do estudo antecipou existir uma estreita relação entre a força propulsora e a velocidade básica de nado quando a mesma é mensurada mediante a utilização do Nado Amarrado (NA). As hipóteses estatísticas, derivadas da substantiva, foram formuladas em suas formas nula e alternativa:

H_0 : Não existe correlação significativa entre a força propulsora mensurada mediante a utilização do nado amarrado e a velocidade básica de nadadores.

H_1 : Existe correlação significativa entre a força propulsora mensurada mediante a utilização do nado amarrado e a velocidade básica de nadadores.

CAPÍTULO II

REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Evolução Histórica da Natação Competitiva

As primeiras competições que se tem notícia na história da natação tiveram início na era moderna e apresentavam, com o intuito de salientar o caráter utilitário da modalidade, características similares as das provas de pentatlo militar da atualidade (LENK & PEREIRA, 1966).

No ano de 1837 uma corporação denominada Associação Nacional de Natação organizou na cidade de Londres algumas disputas da modalidade (OPPENHEIM, 1970). No entanto, a primeira tentativa de organizar um *Campeonato Mundial* só ocorreu em 1858 na Austrália (OPPENHEIM, 1970).

Apesar da realização antecipada de alguns torneios e campeonatos da modalidade, a natação competitiva só foi organizada dentro de uma base adequada em 1869, quando um grupo de representantes de vários clubes londrinos de natação se reuniu a fim de definir regras para a prática do esporte (OPPENHEIM, 1970).

As competições olímpicas de natação ocorreram já na primeira Olimpíada moderna de Atenas, em 1896 (LENK & PEREIRA, 1966).

Todos os eventos competitivos da época eram realizados em locais que variavam desde canais, rios e lagos até as chamadas “piscinas de banho” de diversos tamanhos, fato este que dificultava o estabelecimento de uma lista

uniforme de recordes. Outro aspecto não menos comprometedor para a ratificação dos recordes era a ausência do cronômetro, que só apareceu pela primeira vez em 1869 no campeonato de uma milha disputado no Rio Tamisa (COLWIN, 2000). A exemplo do cronômetro as primeiras piscinas com medidas oficiais de 50 metros, só foram construídas tempos mais tarde, aproximadamente 28 anos após a realização dos Jogos Olímpicos de Atenas em 1896 (COLWIN, 2000).

A fim de regulamentar o esporte que vinha crescendo em vários países, foi fundada em 1908 a Federação Internacional de Natação Amadora (FINA), que estendia suas atribuições à organização técnica da natação nos Jogos Olímpicos (OPPENHEIM, 1970).

Dada a regulamentação do esporte e a criação de regras necessárias para as competições olímpicas, algumas nações como Estados Unidos, Alemanha Oriental, Austrália, Japão, Hungria e Holanda, começaram a se destacar no cenário mundial.

O século XX foi marcado por uma evolução fenomenal da natação competitiva, apoiada não só no aumento acentuado do número de competições, mas também nos avanços tecnológicos. Tal melhoria dos padrões competitivos foi atribuída em parte, a construção de piscinas com blocos de partida e raias com sistemas de redução de ondas, além da confecção de acessórios como roupas e óculos com caráter aerodinâmico (COLWIN, 2000).

O surpreendente volume de pesquisas científicas desenvolvidas em meados do século XX, dentro de uma época que ficou marcada como o *período da explosão de informações*, também contribuiu de forma significativa para o progresso do nível das competições, mesmo não sendo as informações obtidas em grande parte dos estudos, consumidas pelos treinadores com a mesma velocidade em que eram

produzidas. Do ponto de vista prático, as descobertas científicas mais relevantes foram nas áreas vinculadas à biomecânica, hidrodinâmica, bioquímica e fisiologia do exercício.

Apesar do contínuo desenvolvimento tecnológico e da incessante busca por novas descobertas científicas, se observa atualmente um abrandamento no progresso do nível competitivo que já dura desde a realização dos Jogos Olímpicos de 1976.

Contudo a luta das nações para elevar o padrão de performance dos atletas com vistas à aquisição de novos recordes vem se intensificando ainda mais, e como consequência apresentando alguns resultados bastante positivos, haja vista os índices alcançados por alguns atletas americanos, holandeses e australianos nos últimos Jogos Olímpicos e Campeonatos mundiais.

2.2. Capacidades Motoras

O desenvolvimento do potencial motor e da capacidade de movimento constitui um dos aspectos mais importantes no processo de preparação desportiva, visto que é a qualidade deste desenvolvimento que determinará o nível de rendimento do atleta.

MANSO, VALDIVIELSO e CABALLERO (1996), utilizam o termo *Capacidade Motora* para definir o grau de aptidão da capacidade de movimento que possui uma pessoa.

Por sua vez VERKHOSHANSKY (2001), define a capacidade motora “como uma propriedade psicomotora que assegura uma efetividade útil da atividade muscular” (p. 153).

De acordo com WEINECK (1991), as capacidades motoras podem ser divididas em dois grupos fundamentais: o grupo das capacidades condicionais (resistência, força e velocidade), as quais baseiam-se em processos energéticos, e o grupo das capacidades coordenativas (mobilidade, agilidade e equilíbrio), que estão ligadas aos processos de controle e regulação centro-nervosos.

As capacidades motoras salientadas não se manifestam em uma única forma pura, mas normalmente em formas mistas orientadas em função das modalidades desportivas caracterizadas por distintos regimes de funcionamento do organismo, coordenação muscular e abastecimento energético (VERKOSHANSKY, 2001).

Por esse motivo VERKOSHANSKY (2001), dentro de uma visão contemporânea, afirma que a formação e o aperfeiçoamento das capacidades motoras se baseiam em uma adaptação íntegra que considera o desenvolvimento da estrutura morfofuncional do organismo. Portanto quando nos referimos a uma atividade desportiva, as capacidades motoras não podem ser classificadas de forma fragmentada, mas sim considerando seu caráter especializado na realização da tarefa motora concreta.

Esta afirmação implica dizer que a análise da atividade desportiva deve ser bem clara na tentativa de identificar o grau de participação de cada capacidade motora envolvida, pois segundo PLISK (1991), somente com este perfil bem traçado poderemos organizar a estrutura de treinamento de maneira a atingir todas as requisições da modalidade.

É de conhecimento de atletas e treinadores que o resultado desportivo na natação competitiva está fundamentalmente atrelado ao desenvolvimento das capacidades motoras de resistência, força e velocidade para percorrer as diferentes distâncias.

Nas seções seguintes serão enfatizadas somente a velocidade e a força, por apresentarem um caráter de maior objetividade considerando o propósito do estudo.

2.2.1. Capacidade de Velocidade na Natação

Segundo VERKHOSHANSKY (1995), a velocidade é considerada o principal elemento para assegurar o êxito em diferentes modalidades desportivas.

Analisando a velocidade dentro de parâmetros físicos, podemos entendê-la como resultado da atuação de uma força sobre uma massa, onde a sua ordem de grandeza é dada pela relação entre o espaço percorrido e o tempo necessário para percorrê-lo. Quanto mais curto for o tempo em que uma determinada distância é vencida, tanto maior será a velocidade.

Do ponto de vista desportivo MANSO et al. (1996), definem a velocidade como “capacidade de um sujeito em realizar ações motoras em um tempo mínimo, com o máximo de eficácia” (p.367).

FREY apud WEINECK (1991), dentro de uma abordagem mais complexa, define a velocidade como “capacidade (limitada pela mobilidade dos processos do sistema neuromuscular e da capacidade de desenvolvimento da força muscular) de

completar ações motoras, sob determinadas condições, no menor tempo possível” (p. 210).

ELLIOT e MESTER (2000), referem-se à velocidade não somente como capacidade física limitada pela eficiência do sistema neuromuscular. Segundo os autores a velocidade é limitada também pelo potencial energético do atleta (capacidade elevada das concentrações de fosfatos, alta atividade das enzimas fosforilase e glicolíticas, liberação mais rápida de ATP) e pela predominância das fibras de contração rápida (brancas) em relação às fibras de contração lenta (vermelhas) distribuídas nos músculos.

HOLLMANN e HETTINGER (1989), apresentam duas variações da velocidade: *velocidade cíclica* e *velocidade acíclica*.

A velocidade cíclica é caracterizada por ações que se repetem de forma contínua e ritmada (corrida, natação, ciclismo, e o remo), ao passo que as ações descontínuas, isoladas e rápidas, caracterizam a velocidade acíclica ou não-cíclica (arremesso, lançamento, soco, chute, e rebatida).

Apesar de ser considerada uma atividade contínua por natureza, a natação dentro de uma análise mais técnica apresenta somente 75 a 80% de ações cíclicas, enquanto que os outros 20 a 25% são atribuídos aos movimentos acíclicos referentes as viradas, saídas e deslizamentos sem ação propulsora (ZVONAREV, 1990).

Uma outra subdivisão da velocidade segundo WEINECK (1991), é a *velocidade básica*, segundo ele, a mesma se define como a máxima velocidade alcançável dentro de um movimento cíclico.

Segundo PLATONOV e FESSENKO (1986), a “*velocidade básica*” do nadador apresenta como fatores limitantes a amplitude e frequência de braçadas, o nível de força aplicado na braçada, e finalmente a técnica empregada pelo nadador. Além destes, a literatura relata também os aspectos mecânicos, como a força propulsora e a força de arrasto.

De acordo com CRAIG, DAVID e PENDERGAST (1979), em todos os estilos presentes na natação, a velocidade é produto da relação entre frequência e amplitude de braçadas ($V = F_b \times A_b$). A relação entre estas duas variáveis pode ser influenciada por alguns fatores como a altura do nadador, comprimento dos braços e tamanho das mãos. (CLARYS, JISKOOT, RIJKEN, & BROUWER, 1974; GRIMSTON & HAY, 1986).

2.2.2. Capacidade de Força na Natação

Por definição sabe-se que a força é uma forma de solicitação motora responsável pelo desempenho em várias modalidades desportivas.

Para que se tenha um conhecimento exato deste conceito, é necessário que a força seja diferenciada sob o ponto de vista físico e biológico. Do ponto de vista da física, a força é igual ao produto da massa pela aceleração ($F=M \times A$). Ela é, portanto, uma quantidade vetorial expressa em Newtons.

Esta definição baseada em princípios físicos não pode ser transferida quando nos referimos à força no âmbito biológico.

Neste sentido, a força do homem de um modo geral, pode ser definida como “a tensão que um músculo, ou mais corretamente, um grupo muscular consegue exercer contra uma resistência”. (FOX & BOWERS, & FOSS, 1991, p.113).

Segundo ZATSIORSKY apud BARBANTI (1997) a força é definida como a “capacidade de vencer resistências externas ou contrariá-las por meio de uma ação muscular” (p.67).

Por sua vez, MANSO, VALDIVIELSO e CABALLERO (1996) conceituam a força no contexto da atividade física e do desporto como “a capacidade de um sujeito vencer ou suportar uma resistência. Esta capacidade do ser humano vem dada como resultado da contração muscular” (p.129).

WEINECK (1991), em função do regime de trabalho muscular divide a manifestação da força em duas variáveis distintas: *força estática* e *força dinâmica*. “A força estática é aquela tensão que um grupo de músculos pode desempenhar numa posição determinada, voluntariamente contra uma resistência imóvel” (HOLLMANN et al. 1989, p.170), Já a força dinâmica, segundo o referido autor, é a “tensão que um grupo de músculos pode desempenhar voluntariamente na seqüência de um determinado movimento” (p.190).

Tanto a força estática, quanto à força dinâmica podem ser classificadas como *máximas* em função da exigência motora. A força estática máxima é definida por HOLLMANN et al. (1989), como a “capacidade de desenvolver uma tensão voluntária máxima estática”. (p.167), ou seja, através de uma contração isométrica. Já a dinâmica é “a força máxima que o sistema neuromuscular pode realizar dentro de uma seqüência de movimentos, com uma contração”. (FREI apud WEINECK 1991, p.191). É importante ressaltar aqui, que tanto a força estática quanto a força

dinâmica máxima são altamente dependentes da magnitude da carga a ser mobilizada, isso implica dizer que é impossível aplicar uma força máxima contra uma resistência relativamente baixa. (ZATSIORSKY, 1999).

A força dinâmica ainda pode manifestar-se em outras duas formas com relação à exigência motora: *força de resistência e força rápida*.

“A força de resistência é a capacidade de manter uma força a um nível constante durante o tempo que dure uma atividade desportiva”. (MANSO et al. 1996, p 173)

VALDIVIELSO (1998), por sua vez, define a força de resistência como “pressuposto condicional, determinado pela relação entre a capacidade de força e resistência” (p.57).

Com relação à outra forma da dinâmica, a força rápida, MANSO et al. (1996), a definem como a “capacidade do sistema neuromuscular, vencer uma resistência com a maior velocidade de contração possível (p.171)”.

Da mesma forma a força rápida é definida por HARRE e LOTZ (1989), como a “capacidade de um atleta vencer uma resistência, com uma velocidade de movimento elevada”. (p.16).

No contexto geral da classificação da força muscular, faz-se necessário enfatizar que todas as respectivas subdivisões abordadas até então, sempre aparecem em uma combinação definida pelas características próprias de determinada atividade desportiva, e nunca em uma forma pura. Dando seqüência a este raciocínio observamos que a natação é uma modalidade que envolve provas com diferentes distâncias dentro do seu quadro competitivo. Sendo assim, fica evidente que as capacidades de força dentro desta modalidade específica se

manifestam através de distintas formas combinadas em função da variação das distâncias percorridas pelo nadador.

De acordo com NAVARRO citado por TEIXEIRA e FOMITCHENKO (1998) as provas de velocidade na natação (50 e 100 metros), requerem uma grande participação da força máxima e força rápida. Já nas provas de meio fundo e fundo (200, 400, 800, e 1500 metros), há um aumento da mobilização da resistência de força em detrimento à força máxima e a força rápida.

WILKE e MADSEN citado por TEIXEIRA e FOMITCHENKO (1998), afirmam que quanto mais curta for a distância a ser nadada, mais importante será a força máxima e rápida, e quanto mais longa a distância, mais importante será a força de resistência para o êxito do nadador.

2.3. Aspectos Mecânicos da Natação

A máxima velocidade responsável pelo resultado em uma prova de natação é conseguida segundo MAGEL (1970), pela alta capacidade do nadador em gerar força propulsora, e ao mesmo tempo reduzir a resistência que a água oferece ao seu deslocamento.

2.3.1. Força de Arrasto

A natação é uma modalidade diferenciada porque os atletas competem em um meio líquido, que por natureza é mil vezes mais denso quando comparado com o ar. Sendo assim a resistência que a água oferece ao deslocamento do nadador se torna muito pronunciada, o que diminui a eficácia da velocidade em relação aos desportos terrestres. Segundo COSTILL et. al (1998), o nome científico para a resistência da água aos movimentos do nadador é *arrasto*.

De acordo com MAGLISCHO (1999), quando o corpo do nadador avança, as moléculas de água se deslocam em todas as direções, criando assim uma turbulência que só é desfeita quando seu corpo ultrapassa determinada seção da água. Essa turbulência à frente e dos lados do corpo do nadador, cria um diferencial de pressão que reduz a velocidade de progressão. Desta forma, o arrasto enfrentado pelo nadador é diretamente proporcional a quantidade de turbulência por ele criada.

MAGLISCHO (1999), salienta a presença de dois importantes fatores responsáveis pela turbulência criada pelos nadadores: *forma e orientação com que os nadadores se posicionam na água e velocidade de deslocamento*.

Forma e orientação com que os nadadores se posicionam na água:
Infelizmente o corpo humano possui algumas arestas, e, além disso, os nadadores não podem manter-se em uma posição estática ao se deslocarem na água, ao contrário, eles mudam constantemente de posição, apresentando diversas formas diferentes ao fluxo de água que avança. Desse modo não é difícil entender que o arrasto aumenta quando os nadadores estão menos horizontais com referência à

superfície. Isso ocorre porque eles ocupam mais espaço que o necessário, fazendo com que interrompam maior número de correntes moleculares. Conseqüentemente pode-se esperar que os nadadores devam manter-se na posição mais horizontal possível se desejarem diminuir o arrasto.

Por outro lado, COSTILL et. al (1998), afirma que a necessidade da criação de grandes forças propulsoras não permite que os atletas fiquem numa posição perfeitamente horizontal, por isso para que possam nadar mais rapidamente, eles devem balancear a necessidade de ficar na posição horizontal com a de aplicar a força propulsora, aumentando assim, a velocidade de deslocamento sem um conseqüente aumento do arrasto.

Efeito da Velocidade: Quando os atletas elevam sua velocidade, criam mais turbulência, e fatalmente o arrasto também é aumentado. Segundo PALMER (1990), o efeito é tão potente que se a velocidade do nadador duplicar a força de arrasto irá quadruplicar.

De acordo com KARPOVICH (1933), citado por LYTTLE, BLANKSBY, ELLIOT e LLOYD (2000), o arrasto total é resultado da soma do *arrasto de forma*, *arrasto de onda* e *arrasto friccional*, e pode ser manifestado tanto na forma passiva (passive drag), quanto na forma ativa (active drag).

O arrasto passivo é caracterizado pelo deslocamento do nadador através da água, e pode ser obtido mediante o “reboque” de seu corpo em uma dada posição aerodinâmica fixada, por algum sistema externo sem nenhum movimento de propulsão realizado pelo nadador.

Já o arrasto ativo é decorrente do movimento de propulsão criado pelo próprio nadador durante os movimentos dos braços e/ou das pernas. Esse tipo de força pode ser mensurada por um método direto denominado MAD Systems (active drag measurement), descrito por HOLLANDER, GROOT, SCHENAU, TOUSSAINT, BEST, PEETERS, MEULEMANS e SCHREURS (1988). Basicamente este sistema proporciona aos nadadores a oportunidade de apoiar e impulsionar suas mãos contra um ponto de apoio fixo, que por sua vez registra a quantidade de força propulsora liberada. A média da força aplicada no ponto fixo, será igual a força de arrasto ativo se a velocidade de nado for considerada constante.

Arrasto de Forma: Esse tipo de arrasto é produto da forma com que o corpo do nadador se apresenta à água. De acordo com MAGLISCHO (1999), existem evidências que algumas formas corporais podem criar menos arrasto do que outras. Nesse contexto uma série de pesquisas vem procurando investigar a relação existente entre forma e dimensões corporais com a força hidrodinâmica de arrasto.

BOLONCHUCK (1993), citado por KREIGHBAUM et al. (1996), relatou que a melhor performance na natação é alcançada pelo tipo ectomorfo, em função da menor força de arrasto que esse biotipo corporal encontra ao se deslocar através da água. Contrário a estes resultados CLARYS (1976) e CLARYS (1979), não encontraram relação significativa ($p < 0,05$) entre o arrasto ativo e variáveis antropométricas, fato este que obrigou o referido pesquisador acreditar que a forma do corpo não exercia nenhuma influência considerável na força de arrasto.

Em contrapartida, HUIJING, TOUSSAINT, MACKAY, VERVOORN, CLARYS, GROOT e HOLLANDER (1986), apresentaram resultados diferenciados. Estes autores encontraram uma correlação significativa ($p < 0,05$) entre o arrasto ativo e a máxima secção transversal dos corpos dos nadadores. Nesse estudo o arrasto ativo foi quantificado mediante a utilização do MAD – Systems, o que possivelmente pôde explicar a diferença dos resultados obtidos nos estudos anteriores (CLARYS, 1976 e 1979), que por sua vez utilizaram meios indiretos para a mensuração do arrasto ativo.

Arrasto de Onda: Essa forma de arrasto encontrada pelo nadador ao se locomover, é causada pela turbulência criada na superfície da água.

De acordo com MAGLISCHO (1999), essa turbulência pode ser criada pela cabeça e pelo tronco à medida que eles avançam em todas as direções.

O arrasto de onda segundo KREIGHBAUM et al. (1996), é proporcional ao cubo da velocidade de deslocamento, ou seja, aumenta de forma considerável em função do aumento da velocidade dos nadadores.

Um outro fator importante a ser observado é a influência que o nível de habilidade dos nadadores exerce na quantidade de onda produzida. TAKAMOTO, OHMICHII e MIYASHITA (1985), concluíram em seus estudos que nadadores mais habilidosos produzem menos arrasto de onda do que aqueles classificados em um nível inferior.

Arrasto Friccional: Esse tipo de arrasto foi definido por RUSHALL (1994), citado por LYTTLE et al. (2000), como o resultado da fricção entre a superfície do

corpo do nadador e o fluxo de água. Quando comparado com as outras formas encontradas na natação, o arrasto friccional é considerado menos significativo.

De acordo com MAGLISCHO (1999), os principais fatores que influenciam a quantidade de arrasto friccional exercida nos objetos são: área da superfície do objeto, velocidade do objeto, e a textura de sua superfície. Os nadadores não têm controle sobre a área da superfície. Do mesmo modo, a velocidade somente pode ser controlada até o ponto em que os nadadores conseguem ritmar as primeiras partes de uma prova. Sendo assim, só resta a textura da superfície como a única fonte de arrasto friccional, que pode mais facilmente ser controlada.

É fato que as superfícies lisas causam menor fricção do que as ásperas. Baseando-se nesta afirmação SHARP e COSTILL (1989), constataram que a remoção do pêlo corporal diminuiu a demanda fisiológica de nadadores de peito. Os referidos autores concluíram, que os mecanismos responsáveis pelo resultado da pesquisa estão diretamente associados à diminuição do arrasto friccional ativo.

COSTILL et al (1985), citado por SHARP e COSTILL (1989), afirmou que a remoção do pêlo corporal antes de uma competição considerada importante contribuiu para um aumento de 3 a 4% na performance dos nadadores.

2.3.2. Força Propulsora

A propulsão é definida por COUNSILMAN (1971) como a força criada pelos braços e pernas dos nadadores, que resulta em um impulso de seus corpos à frente. Juntamente com a capacidade de minimizar o arrasto, a força propulsora

desempenha um importante papel na aquisição de performances mais expressivas dentro da natação competitiva.

Atualmente na literatura específica existe uma grande quantidade de publicações ligadas as teorias que resultam na criação da força propulsora. De acordo com KREIGHBAUM et al. (1996), dois são os tipos de força propulsora que podem ser produzidos pelos movimentos dos nadadores: *arrasto propulsor* e *força de sustentação*.

A primeira teoria da propulsão ligada ao arrasto foi apresentada por COUNSILMAN (1968) e SILVIA (1970). Estes cientistas citados por MAGLISCHO (1999), acreditavam que a terceira lei dos movimentos de Newton (ação e reação) era a responsável pela propulsão dos corpos dos nadadores através da água. Segundo esta teoria os nadadores deveriam empurrar a água diretamente para trás, para que a mesma pudesse exercer uma força de igual magnitude, e desta forma impulsionar seus corpos à frente.

Mais adiante uma revolucionária pesquisa realizada por COUNSILMAN e BROWN (1971), revelou que ao contrário do que se pensava na época, os movimentos propulsores dos braços e das mãos realizavam-se em grande parte, nas direções lateral e vertical e não somente para trás. Esses achados foram consubstanciados por resultados semelhantes apresentados principalmente na década de 70. (BARTHELS & ADRIAN, 1974; PLAGENHOFF, 1971; SCHLEIHAUF, 1974,1978).

A partir daí, surgiu a teoria da força de sustentação, apoiada no princípio de Bernoulli. De acordo com este princípio, as mãos quando movimentadas “varrem” a água ocasionando um diferencial de pressão entre seus lados opostos, onde a maior

pressão está situada na palma e a menor na parte posterior. Esta diferença de pressão produz uma força de sustentação perpendicular a direção do fluxo de água que passa pelas mãos, e desta forma o nadador é impulsionado à frente.

A força de sustentação contrariamente a força de arrasto nem sempre é produzida quando um corpo se desloca através da água. O fator determinante na produção dessa força está relacionado ao ângulo de ataque, ou seja, o ângulo formado entre a inclinação da mão e do braço. Estudos publicados por SCHLEIHAUF (1974, 1977, 1979), citados por COLWIN (2000), revelaram que o coeficiente de sustentação (relação entre a quantidade de elevação e o ângulo de inclinação de um plano aerodinâmico) para a mão do nadador é máximo em um ângulo de ataque de aproximadamente 40° . Similarmente o coeficiente de arrasto (relação entre o componente de resistência e o ângulo de ataque de um plano aerodinâmico ou da mão), também aumenta ou diminui em função desse ângulo. Com aproximadamente 90° de angulação o coeficiente de arrasto será máximo.

Além do ângulo de ataque, a velocidade dos movimentos das mãos do nadador constitui um importante aspecto ligado à propulsão, ou seja, a maior força propulsora é produzida quando as mãos estão se movendo com maior rapidez.

COUNSILMAN e WASILAK (1982), observaram que os melhores nadadores eram aqueles que aceleravam suas mãos desde o início até o final de suas braçadas. O estudo de SCHLEIHAUF (1986), mostrou que a aceleração das mãos acontecia em pulsos, diminuindo e aumentando a cada mudança importante de direção durante a parte submersa. As velocidades medidas são as que ocorrem em direções diagonais durante a fase submersa da braçada, desta forma, elas são de

natureza tridimensional. A velocidade das mãos detectada por SCHLEIHAUF (1988) situou-se na faixa de 4,5 a 6m/s.

Uma importante conclusão realizada por SCHLEIHAUF citado por COLWIN (2000), se relacionou com o fato de que a propulsão do nadador não resulta das forças de sustentação ou arrasto agindo isoladamente, mas sim de uma constante interação entre ambas, durante toda a seqüência de mudanças em uma braçada.

Outro trabalho apresentado por SCHLEIHAUF (1988) envolvendo nadadores olímpicos mostrou que a aplicação das forças de arrasto e sustentação com o propósito de criar uma força propulsora resultante, varia em função do estilo. Segundo ele a força de sustentação é predominante no nado de peito. Durante os estilos de borboleta e crawl, ambas as forças parecem ser igualmente importantes, e por último, no nado de costas os atletas se utilizam mais da força de arrasto em comparação com a de sustentação.

A influência que a ação das pernas exerce na propulsão final do nadador foi objeto de estudo decorrente da inquietação de muitos pesquisadores e especialistas. KARPOVICH (1935) citado por SMITH (1978), observou que 30% da força propulsora no nado de crawl foi proveniente dos membros inferiores. Resultado semelhante foi encontrado por MARINHO (1998 – dado não publicado), onde verificou, mediante a utilização de um dinamômetro de tração, que as ações dos membros inferiores apresentaram uma parcela de 32% da força propulsora gerada no estilo crawl.

ARMBRUSTER, ALLEN e BILLINGSLEY (1970), também citados por SMITH (1978), relataram que as pernas foram responsáveis por 25% do volume total de força propulsora produzida pelos nadadores.

O trabalho mais convincente foi completado por HOLLANDER, GROOT, SCHENAU, KAHMAN e TOUSSAINT (1988). Estes pesquisadores avaliaram a força e a velocidade através do MAD – systems em 18 nadadores de nível Nacional e Olímpico. Os atletas foram testados enquanto nadavam a uma velocidade máxima com movimentos completos (braços e pernas), e enquanto nadavam utilizando somente os braços com suas pernas suspensas por uma bóia. Os resultados revelaram um aumento de 4% na velocidade quando as pernas foram adicionadas ao estilo. Neste estudo a ação das pernas representou 11,7% da força propulsora total.

Em outro trabalho não menos importante WATKINS e GORDON (1983), verificaram que em um grupo de 33 competidores (homens e mulheres), somente 90% da velocidade podia ser alcançada sem o movimento das pernas. Em conclusão os autores sugeriram que a ação das pernas apresentou uma importância relativa para a produção da força propulsora, ou seja, 9% de aumento na força propulsora foi atribuído a estabilização do tronco na água, e 11% nos homens e 6% nas mulheres foi atribuído a posição mais aerodinâmica dos nadadores.

2.4. Avaliação em Ciências do Desporto

Os avanços científicos e tecnológicos na avaliação quantitativa e qualitativa das habilidades desportivas e do nível da condição física do atleta vêm contribuindo acentuadamente para a evolução da performance motora no contexto dos desportos competitivos, uma vez que as informações obtidas mediante a aplicação de um teste auxiliam e orientam a direção do processo de treinamento. No entanto, pensar que a

avaliação é o ato final do julgamento e não um meio para se observar o progresso, algumas vezes torna-se um ato enganoso.

Segundo MARINS e GIANNICHI (1995), outro conceito errôneo seria pensar em avaliação como sinônimo de medida, já que na verdade esta última constitui apenas uma parte deste processo. Desta forma o conceito de avaliação se torna muito mais complexo, pois engloba não só o ato de medir, mas principalmente a interpretação da medida.

Todas as medidas dentro de uma avaliação sistematizada são obtidas mediante a aplicação de um teste, que por sua vez é definido por JOHNSON e NELSON (1979) citado por MARINS et al. (1995), como um instrumento, procedimento ou técnica que é utilizado para se obter uma determinada informação.

Previamente à aplicação de um teste faz-se necessário observar sua autenticidade científica. Segundo MATHEWS (1986), os critérios empregados para avaliar um teste, em termos de seu valor científico são: *confiança, objetividade, padronização das instruções e validade*. A validade de acordo com o autor é a determinação do grau em que o teste mede aquilo que se propõe a medir. O segundo critério a confiabilidade, está relacionado com a consistência da medida. A objetividade terceiro critério, também avalia a consistência das medidas, porém quando os testes são aplicados por diferentes indivíduos. O quarto critério refere-se a padronização das instruções, e envolve a descrição dos testes e das condições de sua realização, bem como as particularidades de seus objetivos.

O princípio da especificidade do treinamento desportivo também constitui um importante fator decisivo na seleção dos testes. Segundo ZATSIORSKY, YAKUNIN (1990) citado por MACFAIRLANE, EDMOND e WALMSLEY (1996), o monitoramento

da performance de um atleta é mais eficaz quando os testes consideram os próprios gestos do desporto, grupos musculares envolvidos e sistemas energéticos predominantes.

NAHAS (1991), afirma que os testes aplicados devem ser específicos para evitarem estimativas equivocadas como as que acontecem quando se avalia um nadador ou corredor em um cicloergômetro.

De acordo com BARBANTI (1986), os testes que auxiliam no processo de avaliação das capacidades condicionantes devem preocupar-se com as diferentes respostas orgânicas frente às atividades físicas e ao treinamento, e ao mesmo tempo, buscar manter-se o mais próximo possível da especificidade da modalidade desportiva, que se pretende avaliar.

Assim, RIVET (1987), conclui que quanto mais informações de fatores específicos da modalidade desportiva o técnico possuir, melhor será o diagnóstico objetivo no planejamento do treinamento atlético, dando ênfase aos fatores ou qualidades que precisam ser aprimoradas.

2.5. Mensuração da Força na Natação

O resultado desportivo no âmbito da natação competitiva é determinado em parte pelo nível de desenvolvimento das capacidades físicas do desportista. A velocidade e a resistência para percorrer distâncias são consideradas por especialistas, as capacidades físicas mais relevantes no processo evolutivo da performance do nadador, estas por sua vez estão intimamente vinculadas ao nível de

desenvolvimento das capacidades de força (ZVONAREV, 1990). Neste sentido um profundo conhecimento dos níveis da força mediante sua mensuração, torna-se um recurso de fundamental importância na busca pelos melhores resultados, uma vez que esta medida pode auxiliar no processo de identificação de talentos, no diagnóstico de deficiências na função muscular, e principalmente na monitorização da efetividade do treinamento (ALBERNETHY, WILSON & LOGAN, 1995).

De acordo com MONTEIRO (1998), a medida da força está associada ao tipo de contração que é desenvolvida pelos músculos. Neste contexto, a força pode ser mensurada de forma estática (isométrica), dinâmica e isocinética.

Da mesma forma como ocorre com os exercícios empregados no treinamento, os meios destinados à mensuração da força do nadador também podem ser classificados em meios gerais (aplicados fora d'água) e específicos (aplicados dentro d'água) em função do grau de semelhança que apresentam com a situação de competição. Os meios gerais demonstram pouca similaridade com as ações motoras desempenhadas pelos nadadores, já os meios específicos possuem um maior grau de semelhança com os gestos característicos do modelo desempenhado durante a ação competitiva. O quadro 2 apresenta um sumário dos principais meios relatados na literatura especializada que são utilizados para medir a força de nadadores.

Quadro 2. Distribuição dos meios específicos e inespecíficos de mensuração da força do nadador.

MEIOS INESPECÍFICOS	MEIOS ESPECÍFICOS
<ul style="list-style-type: none"> ■ Meios convencionais (pesos livres e máquinas de musculação); ■ Aparelho Isocinético convencional; ■ Banco Biocinético de Natação 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Nado completamente amarrado; ■ Nado parcialmente amarrado; ■ Mad_systems

2.5.1. Mensuração da Força Isométrica

Segundo WILSON e MURPHY (1996), o método isométrico de mensuração da força muscular, é um procedimento utilizado na ciência do esporte há aproximadamente 40 anos, e envolve a realização de uma contração voluntária máxima aplicada em uma posição articular pré-determinada contra uma resistência imóvel (célula de carga, cabo tensiométrico, ou algum equipamento similar). Este teste normalmente é empregado para quantificar a máxima força isométrica e/ou a máxima taxa de desenvolvimento da força (RFD), esta por sua vez é representada pelo maior valor do quociente obtido na relação força/tempo (BADILLO & AYESTARÁN, 2001), e expressa a capacidade do atleta aplicar a máxima força dentro do menor tempo possível.

De acordo com os resultados de algumas pesquisas (BEMBEN, MASSEY & BOILEAU, 1992; VIITASALO, SAUKKONEN & KOMI, 1980), uma das vantagens na utilização do método isométrico é o alto grau de confiabilidade na reprodução das

medidas da força. No entanto a relação entre o método e a performance dinâmica vem sendo bastante questionada (WILSON, MURPHY, 1996).

Recentes trabalhos científicos aplicados à natação procuraram verificar o grau de relação entre a medida da força isométrica e a performance da velocidade de nadadores. Os resultados demonstram uma pequena ou nenhuma relação entre as variáveis ressaltadas, mesmo quando os ângulos específicos da braçada dos nadadores foram respeitados (STRASS, 1991; MARINHO, 2002).

Desta forma COSTILL, SHARP e TROUP (1980), afirmaram que o método isométrico de mensuração da força não apresenta um caráter específico em relação à natação competitiva e, portanto não deve ser utilizado como um fator determinante do nível da performance dinâmica do nadador.

2.5.2. Teste de 1 Repetição Máxima

O teste de uma repetição máxima, mais conhecido como teste de 1-RM, é um método utilizado para mensurar a máxima força “dinâmica” do atleta (MCARDLE, KATCH & KATCH, 1991). Segundo POWERS e HOWLEY (2000), neste método a força é medida através da maior carga que pode ser movimentada uma única vez em uma amplitude completa de movimento, que apesar de lento deve ser realizado na máxima velocidade que o avaliado consegue aplicar na carga a ser mobilizada.

A medida da força nos testes de 1-RM, normalmente é realizada por intermédio de aparelhos como pesos livres e máquinas de treinamento contra resistência.

Segundo MONTEIRO (1998), um aspecto crucial para a correta aplicação do teste de 1-RM reside na familiaridade do atleta com o movimento a ser testado. Um adequado domínio da técnica pode influenciar de forma positiva os resultados obtidos.

Outro fator também muito importante se relaciona com a escolha dos exercícios a serem testados. De acordo com MONTEIRO (1998), os movimentos devem ser específicos em função dos gestos exigidos em determinado desporto.

Os estudos eletromiográficos de NUBER et al. (1986), revelaram que os músculos mais utilizados nos gestos específicos da natação referente aos membros superiores foram o supra-espinal, o deltóide medial e o serrátil anterior na fase de recuperação, e o grande dorsal e peitoral maior na fase da puxada. Desta forma os exercícios mais recomendados para mensurar a força dinâmica máxima do nadador são aqueles que enfatizam a presença destes grupamentos musculares quando da sua execução. Entre eles podemos citar o supino, a puxada e remada no pulley, o desenvolvimento acima da cabeça e alguns exercícios adaptados que envolvam a mobilização de todos os referidos grupamentos musculares simultaneamente.

2.5.3. Mensuração da Força Isocinética

Segundo FLECK e KRAEMER (1999), o termo *isocinético* refere-se à ação muscular realizada com velocidade angular constante onde a velocidade do movimento é controlada.

Desta forma torna-se evidente que as ações musculares isocinéticas requerem a utilização de um aparelho eletromecânico capaz de manter constante a

velocidade do movimento. A resistência oferecida pelo instrumento é normalmente produzida por uma válvula hidráulica ou um servo motor. Um transdutor de força no interior do instrumento monitora constantemente a força muscular gerada e transmite a informação a um computador, que calcula a força média produzida em cada período de tempo e o ângulo articular durante o movimento (POWERS & HOWLEY, 2000).

A velocidade do movimento é sempre estabelecida previamente e o controle do mecanismo é ativado somente quando tal velocidade é atingida pelo membro em movimento, sendo assim, qualquer aumento no torque muscular acima do nível da velocidade pré-determinada resulta no desenvolvimento de uma força contrária de igual magnitude pelo mecanismo de controle do equipamento (MOFFROID et al., 1969 apud MONTEIRO, 1998). Segundo FLECK e KRAEMER (1999), este controle na velocidade de movimento permite que os músculos exerçam uma força máxima contínua durante toda a amplitude do movimento.

ALBERNETHY et al. (1995), afirma que este equipamento pode também fornecer dados como o torque e a potência de pico referente à velocidade e ao ângulo do movimento, além de efetuar comparações entre os músculos agonistas e antagonistas.

Estas propriedades fazem com que alguns especialistas considerem o método isocinético muito mais vantajoso quando comparado aos outros métodos já abordados (PLATONOV & FESSENKO, 1994; FLECK & KRAEMER, 1999 e POWERS & HOLLEY, 2000).

Segundo PERREIN (1993), existem algumas máquinas isocinéticas variadas que permitem mensurar a força em quase todos os movimentos articulares. No caso

específico da natação as ações articulares referentes à rotação interna e externa dos ombros (figura 2) são os movimentos que freqüentemente têm sido empregados para avaliar a força e o torque de pico do nadador (MIYASHITA & KANEHISA, 1979; CICCONE & LYONS, 1987; HSU & HSU, 1997). No entanto é praticamente notório que estas ações articulares não são semelhantes aos movimentos desenvolvidos pelos nadadores em condições normais de nado, haja vista a falta de correlação significativa ($p \leq 0,05$) encontrada entre a força mensurada nesta posição e o melhor desempenho da velocidade dos nadadores (CICCONE & LYONS, 1987; REILLY, KAME, TERMIN, TEDESCO & PENDERGAST, 1990).

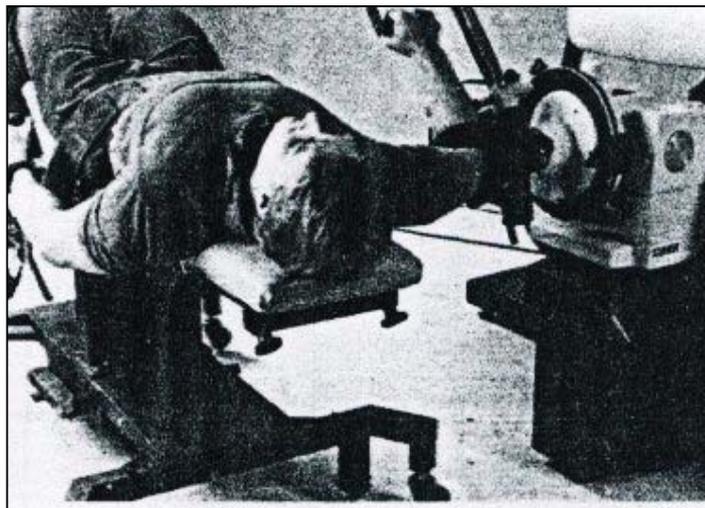


Figura 2. Avaliação da força isocinética nos movimentos de rotação interna e externa dos ombros

2.5.5. Mensuração da Força no Banco Biocinético de Natação

O Banco Biocinético de Natação (SB) ilustrado na figura 2.1, é uma variação do equipamento isocinético tradicional, e foi projetado especificamente para atender as necessidades atreladas ao treinamento e a mensuração da força do nadador, visto que as ações realizadas mediante sua utilização simulam a braçada em condições normais, e portanto, permitem ao nadador incorporar os mesmos mecanismos e grupos musculares exigidos na natação em velocidade (COSTILL, SHARP & TROUP, 1980).

Este equipamento é mais bem descrito por SHARP, TROUP e COSTILL (1982), como um aparelho de resistência semi-acomodativa. Além do pico de força, o SB também permite quantificar o trabalho realizado e conseqüentemente a quantidade de potência produzida em cada simulação da braçada.

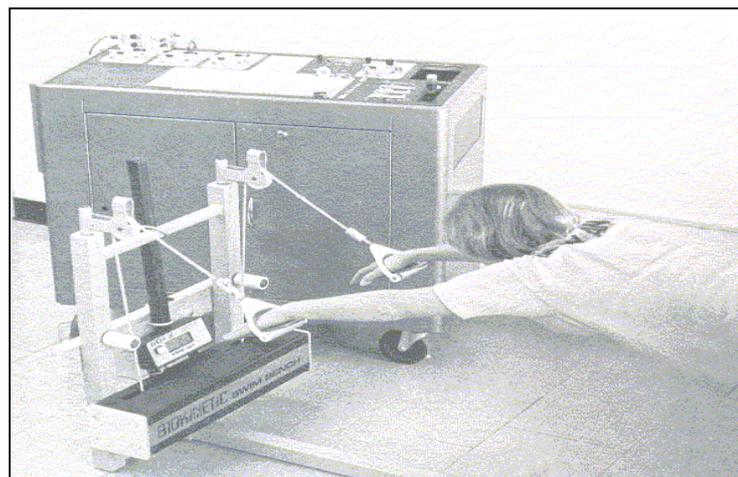


Figura 2.1. Banco Biocinético de Natação.

Nos últimos tempos o SB foi submetido a uma série de estudos que objetivaram investigar o nível de relação entre a força mensurada mediante sua utilização e a performance da velocidade de nado, principalmente em distâncias curtas. Infelizmente, os resultados mostraram-se bastante conflitantes, pois enquanto alguns pesquisadores encontraram uma correlação altamente significativa ($p \leq 0,01$) entre as duas variáveis (COSTILL, SHARP & TROUP, 1980; SHARP, TROUP & COSTILL, 1982; BRADSHAW & HOYLE, 1993; ROHRS, MAYHEW, ARABAS & SHELTON, 1990), outros não obtiveram o mesmo êxito (TANAKA, COSTILL, THOMAS, FINK & WIDRICK, 1983; SHARP, COSTILL & KING, 1983; COSTILL & RAYFIELD, 1986).

Desta forma fica evidenciado que embora o SB simule os gestos específicos da braçada da natação em condições normais, os resultados controversos apresentados pelos referidos estudos, fortalecem os questionamentos referentes a sua efetividade na mensuração da força do nadador, bem como sua relação com a performance.

A discrepância nos resultados das pesquisas pode estar associada a aparente diferença existente entre os movimentos realizados dentro e fora d'água.

OLBRECHT e CLARYS (1983), não encontraram semelhanças entre a amplitude do sinal mioelétrico das fibras dos principais músculos propulsores atuantes na natação em condições normais, e a amplitude da atividade elétrica produzida nos músculos recrutados durante a simulação da braçada no SB.

Com o mesmo propósito SCHLEIHAUF (1983), afirma que o SB apresenta também alguns agravantes de natureza biomecânica quanto a sua utilização. Em

primeiro lugar, a distância percorrida pelas mãos, mensurada relativamente ao corpo, em função das ações diagonais submersas realizadas, é mais longa na água quando comparada a distância percorrida por elas no SB, que por sua vez só permite movimentos em linha reta. Embora o tempo da “puxada” seja o mesmo em ambas as situações, a distância percorrida no exercício é menor do que na água, e por consequência a velocidade ($V = d/t$) será também menor.

Outro contratempo refere-se ao fato de que a velocidade de movimento constante exigida pela resistência isocinética, não permite a reprodução do padrão de velocidade das mãos necessário durante a natação, que por sua vez é 2,4 vezes maior em relação à máxima velocidade atingida pelas mãos no SB.

2.5.6. Mensuração da força através do Mad_systems

Como já relatado anteriormente, o MAD_systems (figura 2.2) é um sistema desenvolvido para medir a força propulsora e a potência mecânica, bem como o arrasto ativo durante a natação. Basicamente este sistema descrito por TOUSSAINT e VERVOORN (1990), consiste de 16 pontos de apoio distribuídos em uma distância de 1,35 metro uns em relação aos outros, fixados em uma haste horizontal de 23 metros de comprimento que por sua vez se encontra 0,8 metros abaixo da superfície da água. No final da haste de metal um transdutor de força conectado a um computador registra a média da força aplicada pelos atletas em cada ponto de apoio posicionado ao longo da piscina. A potência mecânica desprendida pelos nadadores

é obtida através do produto entre a média da força e a velocidade média utilizada para percorrer a distância.

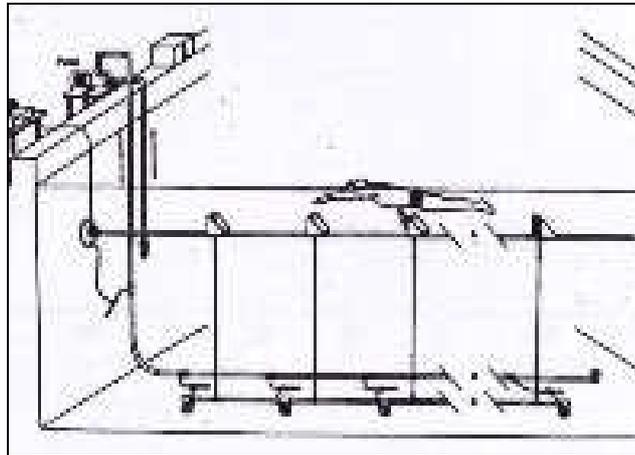


Figura 2.2. MAD_systems

Um importante estudo realizado por TOUSSAINT e VERVOORN (1990), procurou investigar os ganhos de força máxima, velocidade e potência decorrentes do treinamento aplicado no MAD_systems. Para tal, vinte e dois nadadores foram divididos em dois grupos. O primeiro designado grupo de controle treinou normalmente, ou seja, sem a utilização do sistema, já o segundo durante dez semanas realizou o mesmo treinamento do grupo controle, porém três vezes por semana foi submetido a sessões de treinamento no MAD_systems. Os resultados mostraram que embora o volume de treinamento tenha sido igual para ambos os grupos, os ganhos referentes à força, velocidade e potência foram significativamente maiores no grupo que treinou no MAD_systems. Desta forma os autores concluíram

que o sistema constitui um meio efetivo tanto para o treinamento quanto para a mensuração da força específica do nadador.

Outro estudo não menos importante que fortalece a consubstanciação do equipamento como instrumento específico de medida foi apresentado por CLARYS et al (1988). De acordo com o referido autor o padrão eletromiográfico dos músculos dos nadadores durante a utilização do MAD_systems é idêntico ao padrão apresentado pelos mesmos quando nadando em condições normais. Embora esta afirmativa se constitua verdadeira as ações mecânicas dos nadadores empregadas no sistema são ligeiramente diferentes quando comparadas às ações efetuadas em situações características de competição, ou seja, em condições normais as mãos dos nadadores “empurram” a água para trás, ao passo que no MAD_systems o impulso é realizado contra um ponto que não apresenta nenhum tipo de deslocamento.

2.5.7. Mensuração da força no Nado Amarrado

O NA, é relatado na literatura científica como procedimento *de mensuração da força propulsora* do nadador desde a década de 50 (ALLEY, 1952; COUNSILMAN, 1955).

Segundo PLATONOV e FESSENKO (1994), o NA é assim designado pelo fato do nadador executar suas ações motoras características, preso por um cabo de aço rígido ou uma corda elástica com uma extremidade conectada à sua cintura e a outra à um dinamômetro (tensiômetro) ou um sistema de polias, que de certo modo

obriga-o a permanecer em uma velocidade de deslocamento nula e desta forma possibilita o registro da máxima força propulsora aplicada. (figura 2.3). Este teste pode ser mais bem definido por alguns pesquisadores (THOMAS, MARTIN, YEATER & GILSON, 1983) como *nado completamente amarrado* (fully tethered swim). Outra variante do NA (figura 2.4) é também apresentada pelos referidos pesquisadores como *nado parcialmente amarrado* (partially tethered swim), e por sua vez possibilita que a força propulsora seja mensurada quando o nadador se desloca à frente com uma velocidade controlada constante, por esse motivo esta variação do método permite não só a mensuração da força, mas também a da potência mecânica despendida pelo nadador.

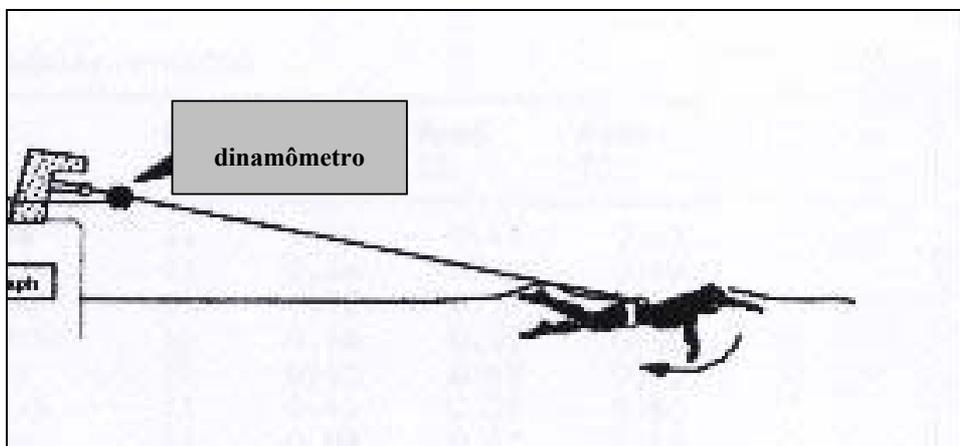


Figura 2.3. Nado completamente amarrado (fully tethered swimming)

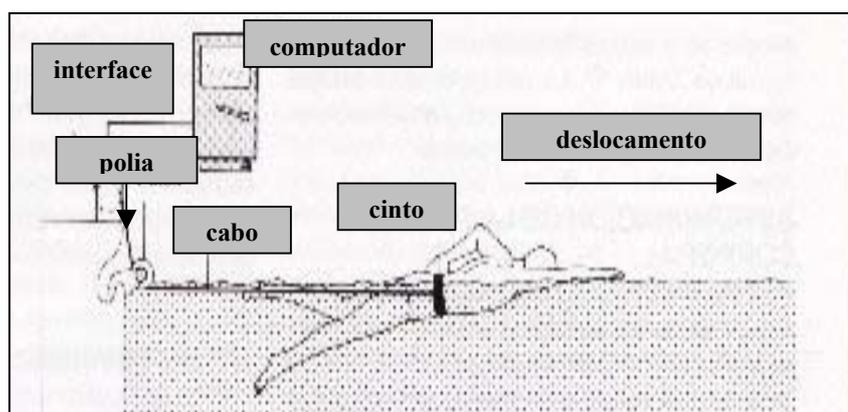


Figura 2.4. Nado parcialmente amarrado (partially tethered swim)

É necessário salientar que os valores da força propulsora mensurada tanto no nado completamente amarrado quanto nado parcialmente amarrado é o resultado da integração entre a força muscular aplicada e do padrão mecânico (técnica) utilizado pelo nadador. Desta forma entende-se que o nadador que possui elevados níveis de força muscular e uma boa técnica hidrodinâmica será aquele que conseqüentemente desenvolverá os maiores valores da força propulsora.

De acordo com HOLMÉR (1979) e BONEN (1980), ambos citados por ALVES (2001), o NA apresenta consideráveis semelhanças quanto as manifestações metabólicas em comparação ao nado em condições normais. Do ponto de vista da ação muscular envolvida BOLLENS, ANNEMANS e CLARYS (1988), não encontraram nenhuma diferença significativa dos padrões das atividades eletromiográficas apresentadas no NA em comparação com a natação em condições normais, principalmente à máxima frequência de braçadas. Resultados semelhantes foram encontrados por CABRI, ANNEMANS, CLARYS, BOLLENS & PUBLIE (1988), onde concluíram que o NA poderia ser considerado um meio objetivo de treinamento

específico da força do nadador, visto que os padrões eletromiográficos encontrados também não foram diferentes quando comparados aos valores de intensidade da atividade dos principais músculos agonistas envolvidos na natação livre.

Apesar destas vantagens, o emprego do teste para medir a força propulsora é ainda passivo de questionamento em função de alguns inconvenientes relacionados à falta de referência sobre as velocidades de nado, e principalmente, pelas diferenças mecânicas apresentadas na trajetória dos segmentos propulsores em comparação com a natação em condições normais (MAGLISCHO, MAGLISCHO, SHARP, ZIER & KATZ 1984).

LAVOIE e LEGER (1985), citados por ALVES (2001), afirmam que a eficiência mecânica no NA é em grande parte alterada pelos efeitos inerciais induzidos pela própria situação de reação a que o corpo é sujeito devido ao cabo a que se encontra conectado. Acrescem ainda que a posição do corpo na água é bastante alterada, especialmente quando o nadador trabalha com cargas muito elevadas, como é o caso do nado parcialmente amarrado.

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

Neste capítulo descreveremos a princípio algumas particularidades dos sujeitos que tomaram parte no presente estudo e os critérios mínimos adotados no processo de seleção dos mesmos. Em seguida abordaremos a descrição, e a fidedignidade dos instrumentos de medida utilizados, bem como os protocolos empregados na mensuração da força e da velocidade respectivamente. Continuando, forneceremos informações referentes aos procedimentos utilizados na coleta dos dados, e finalmente apresentaremos de forma explícita o tratamento e os métodos estatísticos que foram empregados na análise dos dados coletados.

3.1. Caracterização da pesquisa

A pesquisa direcionada à investigação da performance motora de atletas de natação se caracterizou como descritiva do tipo correlacional.

3.2. População e Amostra

A amostra não probabilística foi composta por 28 atletas (nadadores) do sexo masculino, da categoria juvenil (faixa etária 15-16 anos), pertencentes a quatro distintas equipes: Associação Esportiva de São José (AESJ), Good Swim (GS) e Esporte Clube Pinheiros (ECP) de São Paulo, e Itaguará Country Clube (ICC) da cidade de Guaratinguetá. As quatro equipes são filiadas à Federação Aquática Paulista (FAP) e freqüentemente participam de competições promovidas pela entidade. A equipe do ECP é a que possui os resultados mais expressivos (atual campeã nacional e estadual). Durante o desenvolvimento da presente pesquisa, as quatro equipes se encontravam no período competitivo.

3.2.1. Caracterização da Amostra

Com o objetivo de melhor caracterizar o grupo estudado, os atletas também responderam, antes da realização do teste, a um termo de consentimento formal (anexo1), e uma ficha de cadastramento (anexo2), contendo informações a respeito de sua vida pregressa, idade cronológica, características antropométricas (peso, altura e envergadura), e tempo relativo aos 50 metros estilo crawl que podem ser observadas no anexo 3.

Um tempo igual ou superior a dois anos de prática especializada da modalidade em questão foi o critério mínimo adotado no processo de seleção dos sujeitos que compuseram a amostra do estudo. Dos atletas participantes da pesquisa

17,8% (5 atletas) iniciaram a prática especializada da natação há exatos dois anos, 10,7% (3 atletas) há três anos, 7,1% (2 atletas) há 4 anos, e a grande maioria 64,2% (18 atletas) já haviam iniciado a modalidade de forma especializada há mais de 4 anos. É importante salientar também que destes atletas, 50% (14 atletas) já haviam sido convocados para comporem a seleção do estado (28,5%), e/ou a seleção nacional (21,4%), e que mais da metade destes nadadores (60,7%), estavam classificados entre os três melhores nadadores do estado (35,7%) e/ou do país (25%), inclusive os atuais campeões nacionais das provas de velocidade 100 e 50 metros estilo livre também tomaram parte neste estudo.

Em relação ao volume de treino 71,4% dos atletas (20 atletas), nadam em média 40 quilômetros semanais, 10,7% (3 atletas) nadam 35 quilômetros, e o restante 17,8% (5 atletas) nadam 30 quilômetros semanais.

Em se tratando do estado físico, os integrantes do estudo obrigatoriamente não realizaram nenhum tipo de atividade física sistemática pelo menos cinco horas antes do início da bateria de teste, e também não fizeram a última refeição num prazo inferior a duas horas.

3.3. Mensuração da Velocidade Básica

A velocidade básica dos nadadores foi mensurada a partir da aplicação do **teste de 15 metros** para nadadores velocistas, proposto por FOMITCHENKO (1996), citado por BRITO e FIGUEIREDO (1998). Neste teste o nadador procurou atingir a máxima velocidade possível em três tentativas, dentro de uma distância

referente a 15 metros que se encontrava demarcada por duas hastes de alumínio medindo 1,80 metros de altura e 6 centímetros de espessura, posicionadas paralela e verticalmente à borda da piscina (foto 3.1.). Optou-se pela utilização do referido teste pelo fato do mesmo apresentar um alto coeficiente de fidedignidade ($r=0,91$), principalmente quando aplicado à população de jovens atletas do sexo masculino (BRITO et al., 1998). Outro fator relevante na opção pelo teste, foi a ausência da saída e virada, poderosas variáveis intervenientes que conseqüentemente poderiam acabar distorcendo os resultados finais da velocidade básica manifestada pelos atletas.

Como procedimento padrão os nadadores percorreram uma distância de 25 metros, no entanto somente o tempo referente aos 15 metros intermediários foi obrigatoriamente cronometrado, sendo desprezados os 7 metros iniciais e os 3 metros finais.

Com o intuito de aumentar a precisão do teste, foram realizadas algumas modificações. Todas as tentativas foram registradas por uma filmadora **Sony** modelo **TRV-58** com uma taxa de 30 Hz de frequência. A filmadora foi segura pelo próprio pesquisador que se mantinha posicionado confortavelmente sobre um banco fixado em uma base retangular com rodas. O assim designado “carrinho” (foto 3.1), construído especificamente para a realização do teste, se deslocava empurrado por um participante do estudo entre a distância de 15 metros, e paralelamente ao corpo do nadador que tinha sua cabeça tomada como ponto de referência, ou seja, a filmadora deveria sempre estar posicionado na mesma linha da cabeça do atleta.

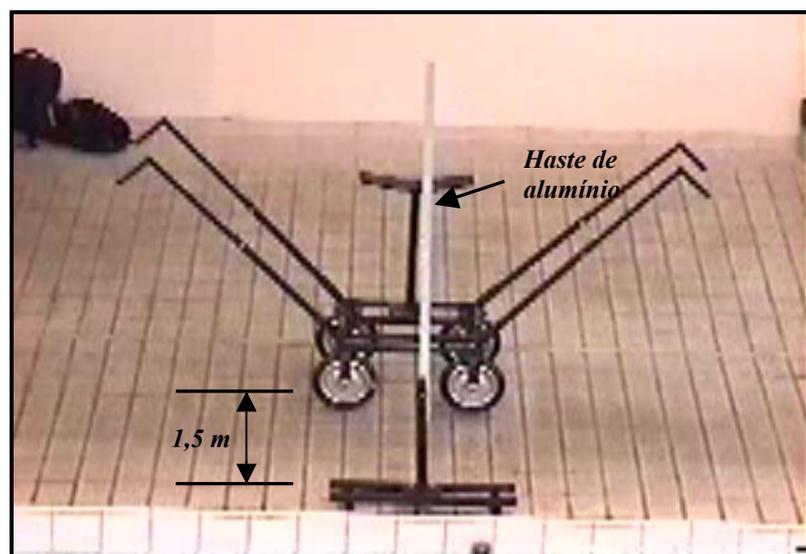


Foto 3.1. "Carrinho" utilizado na filmagem dos atletas nos 15 metros.

A figura 3 ilustra de forma esquemática o teste de 15 metros e suas respectivas alterações. Após a realização das tentativas, as imagens registradas na filmadora sem *zoom* foram capturadas em formato *AVI* (digital), por uma placa de vídeo denominada **Studio PCTV** com conexão *USB*, para posteriormente serem analisadas dentro de um software de edição de vídeo denominado **Vegas Vídeo 3.0**. Este software por permitir a reprodução do filme quadro a quadro com uma frequência de amostragem de 30 quadros/segundo, possibilitou identificar o exato momento em que a cabeça do nadador coincidia com a primeira e a segunda haste respectivamente, e desta forma cronometrar o tempo com uma maior precisão (0,03 segundos). Segundo ARELLANO et al. (1994), a frequência de amostragem de 30 quadros por segundo, é considerada adequada para este estudo uma vez que as ações dos nadadores são relativamente baixas comparadas a outros desportos.

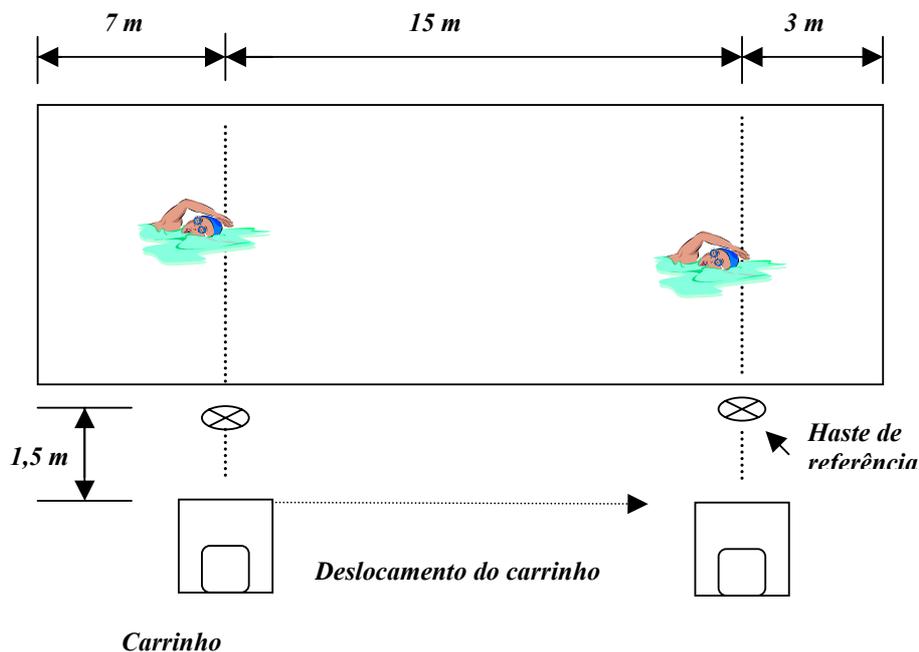


Figura 3. Esquematização do teste de 15 metros para nadadores velocistas.

Após a reprodução do filme o número de quadros existente entre as duas hastes era dividido por 30 (frequência de amostragem) para que o tempo relativo aos 15 metros fosse obtido. A partir daí a velocidade básica dos nadadores era finalmente calculada mediante a utilização da seguinte fórmula:

$$\text{Velocidade Básica} = \text{distância (15m)} / \text{tempo (15m)}$$

3.3. Mensuração da Força Propulsora

“O Nado Completamente Amarrado” já descrito no capítulo anterior foi o teste adotado para mensurar a força propulsora dos nadadores, e as medidas referentes a cada atleta foram obtidas mediante o emprego do equipamento **“Propulsor”**. Este equipamento projetado para mensurar a força propulsora dos nadadores foi desenvolvido pela empresa *Sports Systems Engenharia LTDA*, estabelecida na cidade de São José dos Campos, SP, e é constituído de um hardware e um software específico.

3.3.1. Descrição do Hardware

O hardware é basicamente composto por dois módulos:

Módulo I – Célula de Carga

A célula de carga é um transdutor de força fabricado pela *Sodmex – Indústria e Comércio de Material de Extensiometria LTDA*, que possui como características básicas 200 kgf de capacidade na condição de tração e um erro de linearidade e reprodutibilidade de 0,10% e 0,05% respectivamente. A célula foi lacrada dentro de uma caixa de material plástico de modo a tornar-se impermeável quando exposta à água (foto 3.2).



Foto 3.2. Transdutor de força (célula de carga)

Módulo II – Interface (A/D)

O A/D contém circuitos eletrônicos encarregados de receber os sinais emitidos pelo transdutor de força, e modelá-los a fim de serem lidos e aceitos pelo computador (*Notebook Toshiba – Satélite 1800*).

No painel anterior (foto 3.3) encontram-se o indicador luminoso (que mostra se o aparelho está ou não em funcionamento), a chave liga/desliga, a porta de entrada em série para conexão com o transdutor e a porta de saída em paralelo que se conecta ao computador. A parte posterior (foto 3.4) contém somente a entrada para o cabo de alimentação. A voltagem para operar a interface é de 110 v.

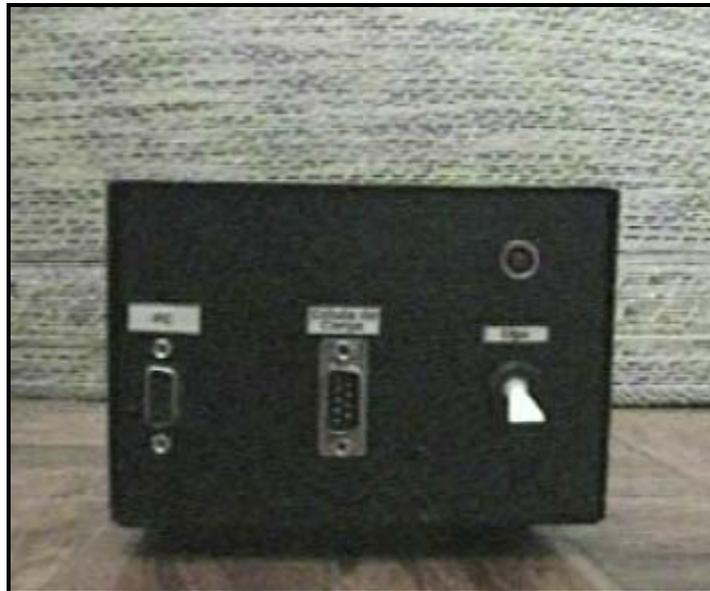


Foto 3.3. Vista Anterior da Interface.

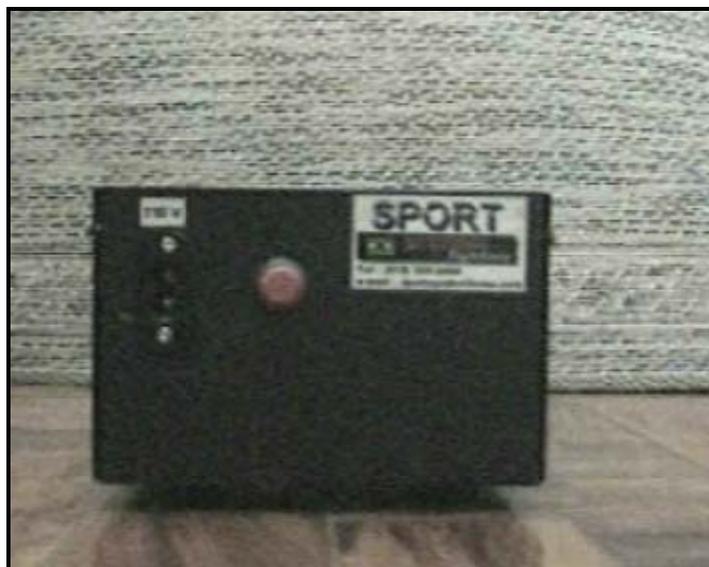


Foto 3.4. Vista Posterior da Interface.

Especificações Técnicas do Equipamento

Velocidade de amostragem do conversor A/D = 10/seg;

- Resolução do A/D = 16 Bits com precisão de 15 bits (32768);

- Resolução na Medida > 100 gramas;

Cálculos

Premissas:

- A/D está configurado para escala de +50/-50 mV que dá uma escala total de 100 mV;

- Célula de carga tem saída de 2 mV/V. Como é alimentada por 10 V, apresenta um alcance máximo total de 20 mV de variação com carga máxima de 200 Kgf (fundo de escala da célula).

$$20 \text{ mV} = 200 \text{ Kgf}$$

$$x = 1 \text{ Kgf}$$

$$x = 20 \text{ mV Kgf} / 200 \text{ Kgf} = 0,1 \text{ mV para cada Kgf aplicado (é igual a } 100 \text{ uV)}$$

$$\text{Resolução do A/D} = 100 \text{ mV} / (2^{15}) = 100 \text{ mV} / 32768 = 0,00003052 = 3,052 \text{ uV}$$

$$100 \text{ uV} = 1 \text{ Kgf}$$

$$3,052 \text{ uV} = x$$

$$x = 3,052 \text{ uV Kgf} / 100 \text{ uV} = 0,03052 \text{ Kgf} = 30,52 \text{ gramas}$$

Isto implica dizer que a célula tem capacidade de ler 30,52 gramas na sua maior resolução (é o menor valor de variação detectado pela célula).

3.3.2. Descrição do Software

O software específico recebe os impulsos emitidos pela interface e processa-os com o intuito de identificar e quantificar os valores referentes à força de tração (kgf) exercida no transdutor de força.

O programa operado em Windows apresenta no menu principal as seguintes propriedades:

- Função para cadastro dos atletas;
- Função para calibração da célula de carga;
- Função para organização e impressão dos relatórios;
- Função para gravar as provas;
- Função para visualizar as provas gravadas;
- Função para escolher o estilo a ser mensurado;
- Função para ampliar ou reduzir a escala dos gráficos;
- Função para escolher o modelo de gráfico.

Ao iniciar o programa, aparecem dois eixos na tela principal, um referente á força (eixo das ordenadas), e o outro ao tempo necessário para que determinada magnitude da força seja atingida (eixo das abscissas). Desta forma, quando acionado, o software descreve na tela um gráfico resultante da relação força/tempo (figura 3.1.). A linha verde representa a média de todos os valores obtidos entre o menor e o maior valor determinado.

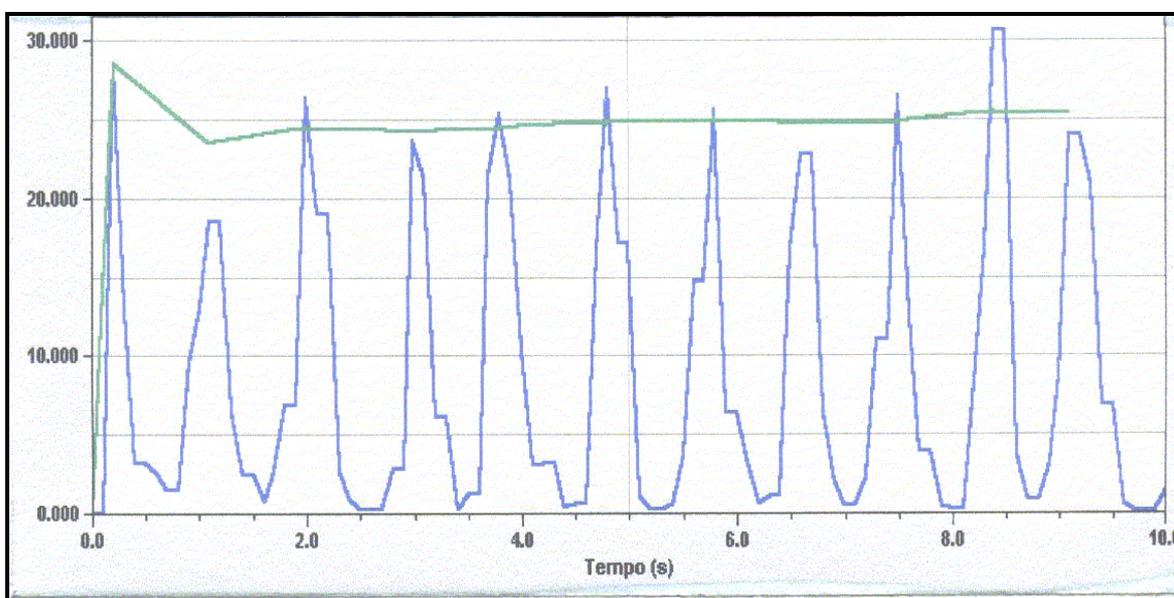


Figura 3.1. Gráfico resultante da relação força/tempo apresentado pelo software na tela principal.

Após a realização de uma prova os dados mais importantes apresentados pelo programa são:

- Força máxima: maior valor da força alcançado durante um tempo determinado;

- Força média: média entre todos os valores obtidos durante um tempo determinado;
- Tempo onde o maior valor da força foi alcançado.

3.3.3. Protocolo empregado na mensuração da força propulsora

O protocolo empregado na mensuração da força propulsora foi o mesmo sugerido por MARINHO e ANDRIES (2001), que encontraram em estudo anterior um alto coeficiente de fidedignidade ($r=0,96$).

Neste protocolo os nadadores deveriam em três tentativas aplicar a máxima força possível dentro de um tempo pré-estabelecido que correspondia a 10 segundos. A escolha do tempo foi determinada em função dos relatos de PLATONOV et al., (1986), onde mostraram que a força propulsora máxima, mensurada mediante a utilização do Nado Amarrado se manifestava dentro de um período de tempo que variava em torno de 8 a 10 segundos.

Como procedimento padrão, os nadadores conectavam-se ao cinto que já se encontrava na água. Logo em seguida eram orientados a iniciar o estilo crawl com uma baixa frequência de braçadas, de modo a colocarem seus corpos em uma posição a mais horizontal possível (foto 3.5.). Após aproximadamente cinco ciclos de braçada, um sinal sonoro (apito) era ouvido pelos nadadores que procuravam aplicar a máxima força propulsora em 10 segundos tentando ao máximo não modificar a técnica do estilo. Quando o tempo se esgotava um segundo apito era ouvido pelos nadadores indicando o final do teste.

A frequência de braçadas era escolhida arbitrariamente pelo próprio nadador, onde procurava optar por aquela que lhe permitisse atingir os mais elevados níveis de força.

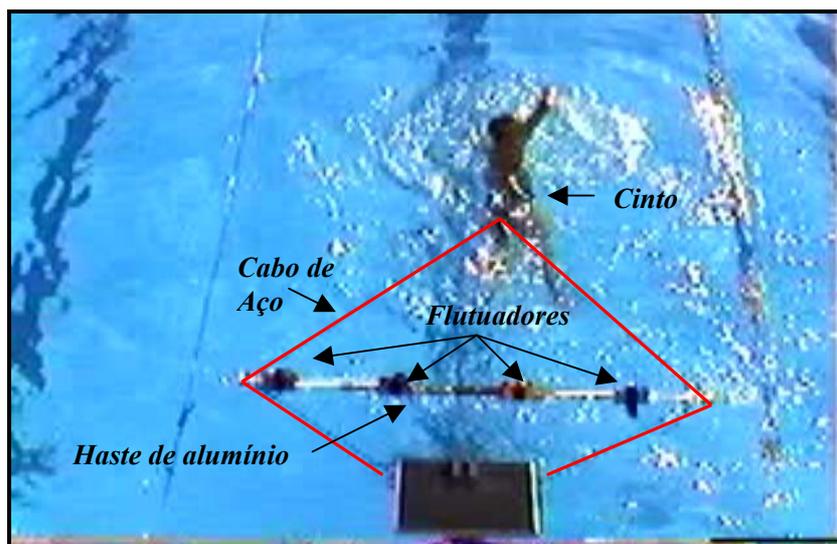


Foto 3.5. Acessórios utilizados na mensuração da força propulsora.

É importante ressaltar que os nadadores iniciavam a primeira braçada forte logo após o sinal sonoro, no entanto, o software do equipamento *propulsor* só era acionado pelo pesquisador quando a braçada subsequente estava prestes a se realizar, ou seja, em contato com a superfície da água. Este procedimento metodológico foi adotado na intenção de minimizar os efeitos inerciais sofridos pelo cabo, que poderiam ser acentuados se os atletas realizassem uma brusca mudança na aplicação da força, e desta forma superestimariam os resultados da força propulsora.

Durante o teste os atletas utilizaram um tubo de respiração do tipo “snorkel”, com o intuito de desconsiderar a influência que a respiração lateral poderia exercer no resultado final da medida.

3.3.4. Instalação do Equipamento utilizado na Mensuração da Força Propulsora

A célula de carga foi mantida três centímetros acima da superfície da água por um suporte de ferro que por sua vez era fixado ao bloco de saída mediante a utilização de um esticador de cabo de modo a não permitir nenhum tipo de movimento em qualquer direção (foto 3.6.).

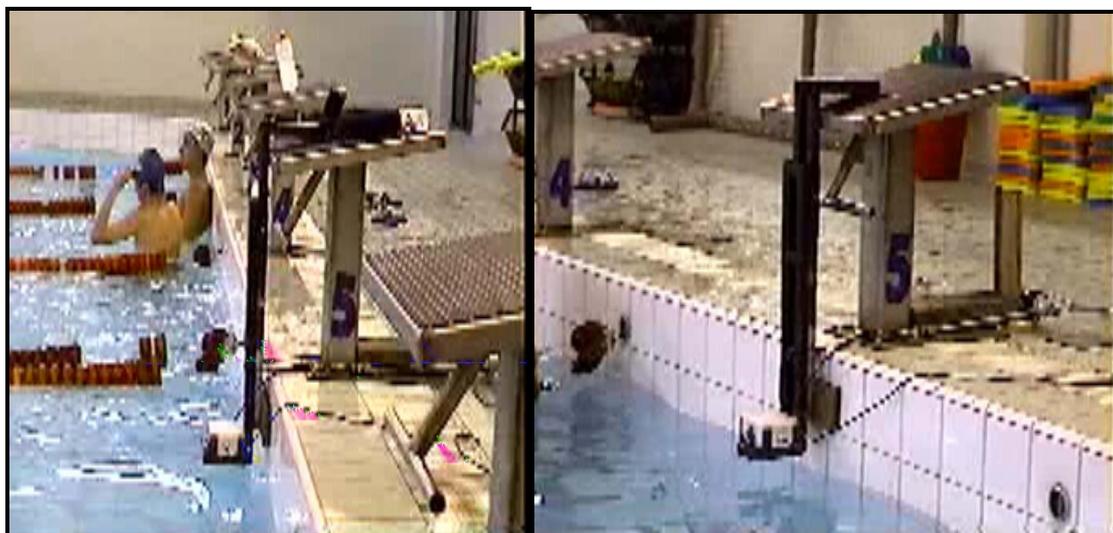


Foto 3.6. Suporte utilizado na sustentação da célula de carga.

Com o propósito de evitar que as pernas dos nadadores resvassem no cabo e desta forma viessem a interferir no resultado, foi adaptado ao cabo uma haste retangular de alumínio com 2 metros de comprimento que era mantida na superfície da água com o auxílio de quatro flutuadores. Das duas extremidades posteriores da haste saíam dois cabos de aço de $\frac{1}{2}$ polegada de espessura e 1,30 metros de comprimento que se afinavam de modo a conectar-se na célula de carga por intermédio de um mosquetão de alpinismo. Da mesma forma, das extremidades anteriores dois cabos de aço também de $\frac{1}{2}$ polegada e 1,60 metros de comprimento se conectavam com um cinto que por sua vez era preso ao nadador (foto 3.5.).

3.4. Procedimentos Metodológicos

Visando padronizar os critérios de aplicação dos testes nas três equipes, foram adotados os seguintes procedimentos metodológicos:

- *Local de realização dos testes:* Os testes foram realizados sempre em piscinas de 25 metros, que apresentavam todos os critérios mínimos exigidos pela FINA (quanto às medidas) para realização de competições oficiais, inclusive raias antimarolas. Com exceção da piscina da AESJ e do ICC todas as outras utilizadas eram cobertas. A temperatura da água foi medida antes do início dos testes e girou em torno de 26 e 27° C.

- *Avaliadores:* Todos os testes foram observados pelo próprio pesquisador e por um auxiliar devidamente orientado.

- *Horário:* Os testes foram aplicados sempre no mesmo horário, entre 15:00 e 17:00 horas.

- *Aquecimento:* Para se evitar possíveis interferências de diferentes formas de aquecimento no resultado, adotou-se um aquecimento padronizado, que constou de um alongamento geral (10 minutos) conduzido pelo auxiliar do pesquisador, e logo em seguida de 1000 metros nadados no estilo livre com uma intensidade considerada fraca pelos atletas dentro de uma escala subjetiva de esforço.

- *Instrumental:* Sempre se utilizou o mesmo instrumental, já descrito na metodologia.

- *Uniforme:* Os atletas utilizaram sunga, óculos de natação e touca.

- *Seqüência de aplicação do teste:* Após responderem a ficha de cadastramento e concluírem o aquecimento, foi iniciada a seqüência dos testes. A primeira variável a ser mensurada foi a velocidade básica do estilo crawl. Os atletas realizaram três tentativas máximas de 15 metros com pausas passivas de dois minutos entre elas. Vinte minutos subseqüentes ao término do teste de velocidade foi iniciado o teste para

mensurar a força propulsora desprendida no estilo crawl. Da mesma forma foram realizadas três tentativas de 10 segundos, também com pausas de dois minutos entre elas.

- *Adaptação ao teste:* Antes do teste da força propulsora, foi permitido aos nadadores a utilização do instrumento de medida de modo a familiarizá-los evitando assim distorções de medida em função de fenômenos de aprendizagem. Os atletas só iniciavam o teste quando já se sentiam totalmente seguros em relação à sua execução.

3.5. Procedimentos Analíticos

Este estudo fundamenta-se nos dados obtidos no *teste de 15 metros* para nadadores velocistas onde foi feita a medição da velocidade básica, e no *teste do nado amarrado* onde medimos a força propulsora máxima e média. As informações coletadas na parte experimental do estudo foram organizadas em um arquivo da planilha *Excel* do *Office 2000* onde também foram analisadas.

Como foram tomadas três medidas por atleta em cada teste, foi adotado o valor médio para efeito de análise.

Na intenção de verificar a disposição dos dados coletados quanto à sua normalidade, foi aplicado o teste de aderência de *Kolmogorov-Smirnov* (KS). Este método revelou que os dados do estudo apresentam uma distribuição normal, fato este que possibilitou a utilização dos testes estatísticos paramétricos.

As técnicas estatísticas utilizadas foram “*descritivas*” e “*inferenciais*”. As descritivas foram: média, desvio-padrão, mínimo, máximo, mediana, quartil 1, quartil 3 e percentis. Esta última foi utilizada para classificar o nível de rendimento dos atletas em relação as variáveis força propulsora máxima, média e velocidade nos 15 metros.

As técnicas estatísticas inferenciais utilizadas foram: análise de variância simples (ANOVA) para medidas repetidas com conseqüente cálculo do coeficiente de correlação intraclassa, estas duas técnicas foram empregadas com o intuito de checar o grau de fidedignidade das medidas de força propulsora e velocidade ao longo das três tentativas realizadas pelos atletas.

Para verificar o grau de correlação existente entre as variáveis força propulsora (máxima e média) e velocidade, foi empregado o coeficiente de correlação linear de Pearson.

Uma análise de regressão linear simples foi aplicada para estabelecer o coeficiente de determinação entre a variável independente (força propulsora) e a dependente (velocidade básica), bem como para determinar a equação de predição da variável dependente.

Como nível de significância foi adotado $p \leq 0,05$.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o propósito de facilitar a apresentação e a discussão dos resultados, o capítulo foi dividido em quatro tópicos:

4.1. caracterização dos atletas quanto ao estilo e a especialidade;

4.2. variáveis obtidas no teste de velocidade e força propulsora;

4.3. fidedignidade das medidas;

4.4. relação entre as variáveis obtidas.

4.1. Caracterização dos atletas quanto ao estilo e especialidade

A tabela 4.0. apresenta a distribuição percentual dos 28 atletas quanto ao estilo e a distância percorrida pelos mesmos nas principais competições. Destes dados podemos observar que 50% dos nadadores pesquisados (14 atletas) têm o crawl como principal estilo, 17,8% (5 atletas) o costas, 10,7% (3 atletas) o peito, 14,2% (4 atletas) o borboleta, e finalmente 7,1% (2 atletas) o medley.

Em se tratando da distância percorrida nas principais competições, 67,8% dos 28 nadadores pesquisados (19 atletas), podem ser caracterizados como velocistas, ou seja, percorrem distâncias que variam entre 50 e 100 metros. Os nadadores que percorrem distâncias entre 200 e 400 metros são caracterizados como $\frac{1}{2}$ fundistas e representaram 28,5% (8 atletas) da amostra. Já a classe dos fundistas, foi representada por apenas um atleta dentro da amostra do estudo.

Tabela 4.0. Distribuição dos atletas em relação ao estilo e a distância percorrida nas principais competições.

<i>Estilo</i>	<i>Crawl</i>	<i>Costas</i>	<i>Peito</i>	<i>Borboleta</i>	<i>Medley</i>
<i>N. Atletas</i>	14	5	3	4	2
<i>Percentual</i>	50	17,8	10,7	14,2	7,1

<i>Distância</i>	<i>Velocista</i>	<i>½ fundista</i>	<i>fundista</i>
<i>N. Atletas</i>	19	8	1
<i>Percentual</i>	67,8	28,5	3,5

4.2. variáveis obtidas no teste de velocidade e força propulsora

A análise descritiva dos dados obtidos no teste de 15 metros e natação amarrada (NA) é disposta na tabela 4.1. As variáveis investigadas foram a força propulsora máxima (FPM), força propulsora média (FPMd) e velocidade básica em 15 metros (V15). Essas variáveis estão expressas como média, desvio-padrão, mínimo, quartil1, mediana, quartil3, e máximo.

Tabela 4.1. Variáveis descritivas obtidas no teste de velocidade 15 metros e natação amarrada dos 28 atletas pesquisados.

	<i>Força máxima (kgf)</i>	<i>Força média (kgf)</i>	<i>Velocidade Média (m/seg)</i>
<i>Média (DP)</i>	23,24 ± 5,90	17,28 ± 3,94	1,65 ± 0,1
<i>Mínimo</i>	13,53	10,77	1,44
<i>Quartil 1</i>	18,67	14,45	1,60
<i>Mediana</i>	23,97	18,25	1,68
<i>Quartil 3</i>	27,66	19,52	1,74
<i>Máximo</i>	33,93	26,20	1,81

A literatura especializada apresenta alguns estudos com caráter semelhante que procuraram diagnosticar a FPM através do nado completamente amarrado. KESKINEN, TILLI e KOMI (1989), investigaram 33 jovens nadadores do sexo masculino com idade de $17,8 \pm 3,69$ anos. A média encontrada para a FPM foi igual a $14,69 \pm 3,5$ kgf. É interessante observar que embora a média de idade dos participantes do presente estudo tenha sido 13,1% menor, a FPM foi 36,7% maior em relação ao estudo realizado pelos referidos autores. A justificativa para a discrepância entre os resultados pode estar relacionada principalmente a uma diferença observada nos protocolos de avaliação. Enquanto no presente estudo utilizou-se um cabo de aço rígido no diagnóstico da força propulsora, no anterior foi empregada uma corda elástica que possivelmente possibilitou uma dissipação de força e desta forma subestimou os valores da FPM.

Outro estudo com o mesmo enfoque, realizado por SIDNEY, PELAYO e ROBERT (1986), envolvendo 21 nadadores de alto nível do sexo masculino ($18 \pm 1,5$ anos), encontrou valores de FPM iguais a $37,9 \pm 7,9$ kgf. Neste caso a diferença entre os valores encontrados não pôde ser atribuída à disparidade entre os protocolos utilizados, mas provavelmente à desigualdade na idade dos atletas. Os dados de MARINHO e GOMES (1999), podem ajudar na consubstanciação desta hipótese, visto que em seu estudo os níveis de FPM apresentaram uma correlação altamente significativa com a idade ($p \leq 0,01$), ou seja, os atletas com idades maiores mobilizaram também níveis de FPM mais elevados.

Dos valores referentes a FPM e FPMd apresentados na tabela 4.1. uma importante observação deve ser efetuada com o propósito de investigar a diferença percentual existente entre as duas variáveis. Pudemos verificar no presente estudo que a FPM ($23,24 \pm 5,90$) foi 25,6% maior em relação a FPMd ($17,28 \pm 3,94$). Outros estudos que também se propuseram a diagnosticar a FPM e FPMd encontraram resultados bastante semelhantes. MARINHO e ANDRIES (2001) relataram uma diferença de 25,1% entre as duas variáveis. Da mesma forma ARELLANO e PARDILLO (dado não publicado) observaram que a FPMd foi 24,7% menor em relação a FPM. A importância desta informação está relacionada à possibilidade de orientar a interpretação de resultados obtidos dentro de protocolos semelhantes, visto que uma considerável diferença entre a FPM e a FPMd pode indicar alguma deficiência na aplicação do teste. Como exemplo relatamos o fato de que enquanto realizávamos um estudo piloto pudemos observar atletas que apresentavam uma

diferença bastante acentuada entre os valores de FPM e FPMd. A explicação para tal discrepância foi associada ao fato destes nadadores ainda não se encontrarem totalmente familiarizados com o protocolo do teste.

Com o intuito de classificar os resultados obtidos nos testes, foram calculados os valores dos percentis 10, 50 e 90. No quadro 4.0 são apresentados os quatro níveis de classificação de rendimento.

Quadro 4.1. Classificação do rendimento dos atletas.

<i>Localização dos Valores</i>	<i>Classificação</i>
<i>Acima – percentil 90</i>	<i>Excelente</i>
<i>Entre – percentil 50 e 90</i>	<i>Bom</i>
<i>Entre – percentil 50 e 10</i>	<i>Regular</i>
<i>Abaixo – percentil 10</i>	<i>Fraco</i>

Da observação deste quadro entende-se que os atletas que apresentaram valores acima do percentil 90 estão classificados como “excelentes” quanto ao nível de rendimento, enquanto que os valores compreendidos abaixo do percentil 10 classificam o nível de rendimento dos atletas como “fraco”. Na faixa intermediária

podemos ainda observar dois níveis de classificação, onde no primeiro estão os atletas enquadrados dentro do nível de rendimento considerado “bom”, com valores situados entre os percentis 50 e 90, e em seguida os atletas enquadrados dentro do nível “regular” que por sua vez apresentaram valores compreendidos entre os percentis 10 e 50.

A figura 4.0 apresenta de forma gráfica os valores dos percentis 10, 50 e 90 calculados para as variáveis FPM, FPMd e V15 obtidas nos testes.

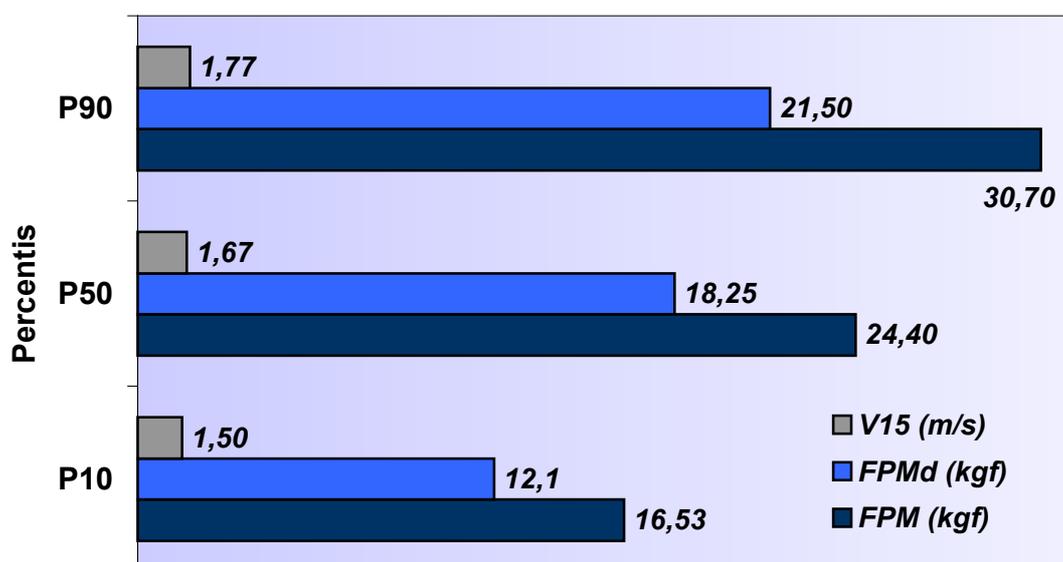


Figura 4.0 Valores de percentil 10, 50 e 90 relativo as medidas da FPM, FPMd e V15 dos 28 atletas pesquisados.

De posse destes valores pode-se de forma definitiva classificar a amostra do estudo dentro dos níveis de rendimento pré-estabelecidos para cada variável pesquisada. A tabela 4.2 apresenta a distribuição percentual dos 28 atletas participantes do estudo dentro dos distintos níveis de rendimento.

Tabela 4.2. Distribuição percentual dos atletas dentro dos diferentes níveis de classificação do rendimento.

Classificação	Distribuição % dos Atletas		
	FPM	FPMd	V15
Excelente	10,7	7,1	10,7
Bom	39,2	42,8	35,7
Regular	39,2	39,2	46,4
Fraco	10,7	10,7	7,1

É necessário salientar que a classificação do rendimento dos atletas em relação aos testes executados se aplica exclusivamente ao presente estudo em função da amostra envolvida ter sido considerada relativamente pequena. No entanto, este tipo de análise pode de certa forma fornecer parâmetros para nadadores menos qualificados em relação a FPM, FPMd e V15, uma vez que 25% dos atletas envolvidos na atual pesquisa, estão classificados entre os melhores do País dentro da categoria estudada. Além disso, os atuais campeões nacionais dos 50 e 100 livre também tomaram parte no estudo.

4.3. fidedignidade das medidas

Com o propósito de investigar se as medidas referentes a FPM, FPMd e V15 obtidas durante as três tentativas experimentais sofreram algum tipo de alteração significativa decorrente de algum fenômeno de aprendizagem ou processo de fadiga, foi determinado o coeficiente de correlação intraclasse. Este coeficiente determina a fidedignidade das medidas através de uma análise de variância simples para medidas repetidas (ANOVA) utilizando-se da média dos quadrados dos atletas e da média dos quadrados dos erros. As tabelas 4.3, 4.4, e 4.5 apresentam os resultados decorrentes da utilização desta técnica estatística para as três variáveis estudadas.

Tabela 4.3. Análise de variância para as três medidas da FPM dos 28 atletas estudados.

<i>Fonte de variação</i>	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Graus de Liberdade</i>	<i>Quadrado médio</i>	<i>F</i>	<i>Valor-P</i>	<i>F crítico</i>
<i>atletas</i>	<i>2820,87</i>	<i>27</i>	<i>104,4</i>	<i>24,82</i>	<i>9,83E-22</i>	<i>2,10</i>
<i>medidas</i>	<i>3,34</i>	<i>2</i>	<i>1,67</i>	<i>0,39</i>	<i>0,674272</i>	<i>5,02</i>
<i>Erro</i>	<i>227,27</i>	<i>54</i>	<i>4,20</i>			
<i>Total</i>	<i>3051,48</i>	<i>83</i>				

p<0,05

Tabela 4.4. Análise de variância para as três medidas da FPMd dos 28 atletas estudados.

<i>Fonte de variação</i>	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Graus de liberdade</i>	<i>Quadrado médio</i>	<i>F</i>	<i>Valor-P</i>	<i>F crítico</i>
<i>atletas</i>	<i>1255,68</i>	<i>27</i>	<i>46,50</i>	<i>64,00</i>	<i>4,75E-32</i>	<i>2,10</i>
<i>medidas</i>	<i>1,93</i>	<i>2</i>	<i>0,96</i>	<i>1,32</i>	<i>0,273184</i>	<i>5,02</i>
<i>Erro</i>	<i>39,23</i>	<i>54</i>	<i>0,72</i>			
<i>Total</i>	<i>1296,84</i>	<i>83</i>				

p<0,05

Tabela 4.5. Análise de variância para as três medidas da V15 dos 28 atletas estudados.

<i>Fonte de variação</i>	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Graus de liberdade</i>	<i>Quadrado médio</i>	<i>F</i>	<i>Valor-P</i>	<i>F crítico</i>
<i>sujeitos</i>	<i>0,84</i>	<i>27</i>	<i>0,03</i>	<i>61,71</i>	<i>1,22E-3</i>	<i>2,10</i>
<i>medidas</i>	<i>0,00</i>	<i>2</i>	<i>0,00</i>	<i>1,28</i>	<i>0,28489</i>	<i>5,02</i>
<i>Erro</i>	<i>0,02</i>	<i>54</i>	<i>0,00</i>			
<i>Total</i>	<i>0,87</i>	<i>83</i>				

p<0,05

Podemos observar que em todas as variáveis analisadas o F-crítico referente às medidas é sempre maior do que o F calculado, o que mostra uma não variabilidade significativa das medidas. Sendo assim o coeficiente de fidedignidade intraclasse obtido para FPM, FPMd e V15 entre as três medidas foi 0,95; 0,98 e 0,98

respectivamente. Segundo GUILFORD (1973) e VIANA (1985), o coeficiente demonstra um alto índice de fidedignidade, pois de acordo com os referidos autores uma determinada medida pode ser considerada com boa qualidade em fidedignidade quando apresenta coeficientes superiores a 0,7.

4.4. relação entre as variáveis obtidas

Os coeficientes de correlação linear de Pearson empregados para verificar o grau de relação entre as variáveis do estudo estão dispostos na tabela 4.6.

Tabela 4.6. Coeficiente de correlação de Pearson para as variáveis FPM, FPMd, V15.

	<i>Velocidade 15 metros</i>	<i>Força máxima</i>	<i>Força média</i>
<i>Velocidade 15 metros</i>	1	0,78**	0,80**
<i>Força máxima</i>		1	0,93**
<i>Força média</i>			1

** p<0,01; *p<0,05.

Como podemos observar, os valores entre a FPMd e a V15 ($r = 0,80$) e FPM e V15 ($r = 0,78$), foram considerados altamente significativos ($p \leq 0,01$). Sendo assim podemos rejeitar a hipótese nula do estudo levantada no capítulo 1, e assumir a existência de uma correlação significativa entre as variáveis força propulsora e velocidade básica.

É necessário salientar que a literatura vinculada á natação científica já possui alguns trabalhos que se propuseram a investigar as mesmas relações da atual pesquisa. Contrariando os resultados obtidos no presente estudo ADAMS, MARTIN, YEATER e GILSON (1984), encontraram somente um baixo coeficiente de correlação ($r = 0,18$) entre a força medida no nado completamente amarrado e a velocidade dos nadadores. Segundo estes autores a falta de uma significativa correlação entre as duas variáveis ($p \leq 0,05$) pode estar associada às alterações mecânicas sofridas pelos nadadores no nado amarrado. No entanto o limitado número de sujeitos que compuseram a amostra ($n = 9$) do estudo constitui a hipótese mais plausível relacionada à disparidade entre os resultados. Como prova disto podemos citar o estudo de KESKINEN, TILLI e KOMI (1989), onde encontraram coeficientes de correlação ($r = 0,86$) bem próximos aos determinados no presente trabalho quando a amostra foi composta por um número de nadadores relativamente maior ($n = 33$). Seguindo a mesma linha de raciocínio podemos mencionar ALVES (2001), que também constatou um alto coeficiente de correlação ($r = -0,78$) entre o tempo do nado crawl (15 metros) e a FPM em 10 segundos, dentro de um trabalho que envolveu uma amostra de 152 nadadores.

Dando seqüência as comparações, encontramos outros estudos que corroboram com os achados da presente pesquisa. CRAIG e BOOMER (1979),

apresentaram resultados bastante semelhantes uma vez que os valores dos coeficientes de correlação por eles encontrados foram de $r = 0,81$ e $0,82$ para homens e mulheres respectivamente. MARINHO e GOMES (1999), também se depararam com um alto coeficiente de correlação ($r = 0,85$) entre a FPM e a velocidade dos nadadores (25 metros) pertencentes ao sexo masculino. Da mesma forma ARELLANO e PARDILLO (dado não publicado) também acharam valores bem próximos aos do presente estudo ($r = 0,84$), quando investigaram nadadores pertencentes a uma faixa etária ($14,6 \pm 1,9$ anos) similar à utilizada na atual pesquisa.

Em função da alta correlação encontrada no presente estudo entre a força mensurada através do NA e a performance da velocidade básica referente à distância de 15 metros, pode-se assumir de forma efetiva que o teste utilizado é um instrumento de medida altamente específico da força do nadador. No entanto para assegurar por completo esta afirmação, alguns estudos deverão ser conduzidos a fim de determinar se os aumentos da força propulsora do nadador diagnosticados no NA serão também traduzidos em aumentos na performance da velocidade.

Com o intuito de verificar se o estilo adotado pelos nadadores nas principais competições poderia influenciar na relação entre a força propulsora e a velocidade básica mensurada exclusivamente no estilo crawl, a amostra do estudo foi dividida em dois grupos com números iguais de participantes ($n = 14$), onde o grupo A foi constituído de nadadores que apresentavam o crawl como principal estilo e o grupo B pelos nadadores que apresentavam alternadamente, o peito, o costas, o borboleta, e o medley como estilo predominante. Como podemos observar na tabela 4.7 a relação entre a força propulsora e a velocidade básica sofreu uma influência

considerável do estilo adotado pelos nadadores nas principais competições, pois os coeficientes de correlação obtidos no grupo A foram consideravelmente maiores quando comparados aos coeficientes encontrados no grupo B.

Tabela 4.7. Coeficiente de correlação de Pearson para as variáveis FPM, FPMd, V15 dentro dos diferentes grupos quanto ao estilo adotado nas principais competições.

	<i>Grupo A (n =14) Crawl</i>		<i>Grupo B (n =14) outros estilos</i>		
	<i>FPM</i>	<i>FPMd</i>	<i>FPM</i>	<i>FPMd</i>	
<i>V15 metros</i>	<i>0,82**</i>	<i>0,87**</i>	<i>V15 metros</i>	<i>0,74**</i>	<i>0,73**</i>

**p ≤ 0,01; *p ≤ 0,05.

Diante destes resultados pode-se a princípio acreditar que a relação entre a força propulsora medida no NA e a velocidade básica é acentuada quando estas medidas são tomadas dentro do principal estilo do nadador, no entanto, qualquer conclusão neste sentido se torna precipitada visto que os estudos realizados até o presente momento direcionados à investigação da relação entre a força propulsora e a velocidade, utilizaram o crawl para a obtenção das medidas e da mesma forma não se preocuparam em fazer distinção quanto ao principal estilo utilizado pelos nadadores nas competições. Por esse motivo, outras pesquisas com este enfoque devem ser conduzidas para que esta questão possa ser consubstanciada.

Apesar das relações estabelecidas no presente estudo terem apresentado altos coeficientes de correlação, outros trabalhos com enfoque um pouco diferente,

os quais se propuseram a investigar o grau de relação entre a força obtida no Banco Biocinético de Natação (SB) e a velocidade dos nadadores, encontraram valores mais expressivos. COSTILL, SHARP e TROUP (1980) acharam uma correlação bastante elevada ($r = 0,93$), quando mediram a força de 41 nadadores no SB e posteriormente correlacionaram-na com a velocidade média relativa as 25 jardas (22,86 metros). Da mesma forma SHARP et. al (1982), também constataram um valor muito semelhante ($r = 0,90$).

A grande problemática associada a estes resultados é o fato do SB não ser considerado um meio específico de mensuração da força do nadador (OLBRECHT & CLARYS, 1983; SCHLEIHAUF, 1983), sendo assim torna-se crítica a compreensão de como tais coeficientes puderam ser mais elevados.

A explicação para esta superioridade está apoiada na heterogeneidade das amostras presentes nos referidos estudos que por sua vez se constituíram de nadadores dos sexos tanto masculino quanto feminino e principalmente por atletas que apresentaram uma grande oscilação quanto ao nível de performance.

Comprovando esta hipótese SHARP, COSTILL e KING (1983) foram incapazes de encontrar valores de correlação próximos aos dos estudos anteriores ($r = 0,25$), quando da mesma forma relacionaram os níveis de força medidos no SB e a velocidade (25 jardas) de um grupo de nadadores de alto nível (participantes do campeonato nacional – USA). Desta vez a amostra do estudo foi composta por um grupo de nadadores bem mais homogêneo quanto à idade, sexo e principalmente nível de performance. Diante deste resultado poderíamos acreditar que a força não constitui um importante fator relacionado ao desenvolvimento da velocidade do nadador, pelo menos quando nos referimos a um grupo homogêneo de atletas. No

entanto, seria mais coerente assumir que a força medida fora d'água em função das diferenças encontradas nas ações biomecânicas, não reproduz fielmente a força que é produzida dentro da mesma. Esta hipótese pôde ser confirmada quando estes mesmos atletas tiveram seus níveis de força medidos dentro d'água através do Nado Parcialmente Amarrado, onde foi descoberta uma alta correlação ($r = 0,84$) com a velocidade de nado em 25 jardas, que curiosamente muito se assemelhou à encontrada no presente estudo.

O estudo de JOHNSON, SHARP e HEDRICK (1993), também se preocupou em analisar a influência da força mensurada tanto fora (SB) quanto dentro d'água (NA) na velocidade dos nadadores obtida em 25 jardas. Estes pesquisadores utilizando uma análise de regressão multivariada (Stepwise) verificaram que a força medida dentro d'água apresentou uma alta correlação com a velocidade dos nadadores ($r = 0,91$), no entanto quando os valores da força diagnosticados fora d'água foram adicionados na regressão não se observou nenhuma contribuição significativa, pois o valor de "r" se comportou de forma inalterada.

Com base no resultado do presente estudo e das pesquisas realizadas anteriormente acredita-se que o fato dos meios específicos de mensuração da força apresentarem uma maior relação com a performance da velocidade dos nadadores em comparação com os meios inespecíficos, está associado ao potencial que o primeiro possui para mensurar os níveis de força dentro das ações motoras específicas presentes nas braçadas.

Na intenção de se estabelecer uma equação para predizer a velocidade básica no teste de 15 metros a partir da mensuração da força propulsora, foi proposto a aplicação de uma regressão linear simples. Para testar a existência ou

não da regressão linear foi utilizada uma análise de variância simples (ANOVA) apresentada na tabela 4.8. Como podemos observar existe regressão entre as duas variáveis, pois o F calculado é bem maior em relação ao F de significação.

Tabela 4.8. Teste de existência de regressão linear pela análise de variância (ANOVA).

<i>Fonte de variação</i>	<i>Graus de liberdade</i>	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>Quadrado médio MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	1	0,180	0,180	45,93	3,41652E-07
Resíduo	26	0,102	0,003		
Total	27	0,283			

p<0,05.

A figura 4.1 apresenta o resultado da regressão linear simples entre as variáveis V15 e FPMd. O coeficiente de determinação (R^2) encontrado na regressão foi de 0,64. Interpretando este resultado podemos afirmar que 64% da variabilidade ocorrida na V15 pode ser explicada pela FPMd. A equação de predição da variável V15 (dependente) obtida através da técnica de regressão linear foi a seguinte:

$$\text{Velocidade15 metros} = 1,2906 + 0,0208 x$$

onde "X" é dado pelo valor da FPMd.

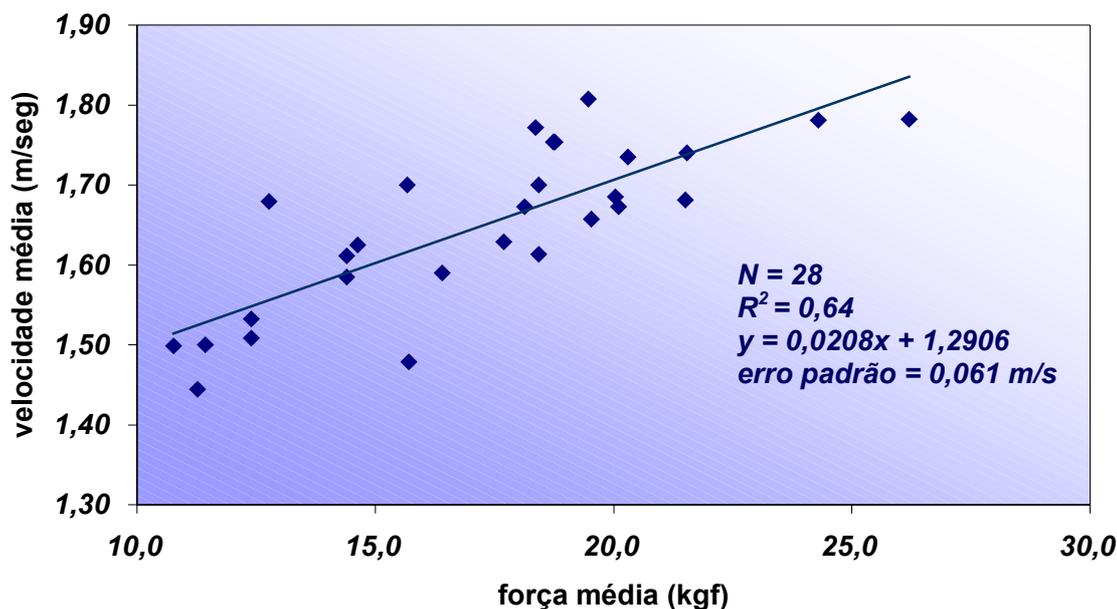


Figura 4.1. Análise de regressão entre as variáveis V15 e FPMd.

O erro padrão de estimativa da V15 foi calculado como sendo 0,061 m/s e pode ser interpretado da mesma forma como interpretamos o desvio padrão.

A equação de predição gerada pela análise de regressão simples pode ser considerada uma ferramenta muito útil para os treinadores no que se refere ao diagnóstico da velocidade básica. Como exemplo prático, podemos imaginar que um nadador obteve no NA um valor igual a 25kgf, substituindo-o na equação (valor de x) teríamos uma estimativa da velocidade básica igual a $1,81 \pm 0,061 \text{ m/s}$, ou seja, a velocidade do nadador se situaria entre os valores de 1,74 a 1,87 m/seg, convertendo para segundos teríamos um tempo entre 8,02 a 8,62 segundos para a distância relativa aos 15 metros, o que corresponderia a uma variação na predição do tempo de aproximadamente 0,6 segundos. Diante deste resultado pode-se

entender que a equação de regressão do presente estudo apresentou uma boa a moderada capacidade de predição do resultado da velocidade básica, visto que a distância empregada na obtenção da velocidade é curta e desta forma 0,6 segundo se torna uma variação bastante considerável.

Embora muitos benefícios possam ser extraídos da equação de predição obtida, não devemos desconsiderar o fato de que a mesma se aplica somente a nadadores com as mesmas características dos sujeitos que compuseram a amostra do estudo, pois caso contrário os resultados tornar-se-ão equivocados. Por esse motivo, estudos adicionais no sentido de investigar a relação da força mensurada no NA e a performance da velocidade de atletas com faixa etária, sexo, nível de performance e estilos diferentes devem ser futuramente concretizados.

CONCLUSÕES

Considerando os resultados obtidos no presente estudo pode-se concluir o seguinte:

- Tanto os níveis de Força Propulsora Máxima, quanto os de Força Propulsora Média mensurados mediante o emprego do Nado Amarrado, apresentaram uma alta correlação com a Velocidade Básica dos nadadores.
- A relação entre a Força Propulsora e a Velocidade Básica, parece a princípio se estreitar quando as medidas são tomadas no principal estilo do nadador, no entanto outras pesquisas com este enfoque devem ser conduzidas para que esta evidência possa ser consubstanciada.
- O teste do Nado Amarrado apresentou uma moderada capacidade de predição do resultado da velocidade básica dos nadadores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, T.A., MARTIN, B., YEATER, R., & GILSON, K. (1983) Tethered force and velocity relationships. *Swimming technique*, 20, 21-26.

ALBERTNETHY, P., WILSON, G. & LOGAN, P. (1995) Strength and power assessment. *Sports Medicine*, 19, 401-417.

ALLEY, L.E. (1952) Analysis of water resistance and propulsion in swimming crawl stroke. *Research Quarterly*, 23, 253-270.

ALVES, F. (2001) Avaliação da Força Específica em Natação Pura. *Associação Portuguesa de Técnicos de Natação*.

<http://www.aptn.pt/> Acesso em: 23 de jun. 2001.

ARELLANO, R., BROWN, P., CAPPAERT, J., & NELSON, R.C. (1994) Analysis of 50, 100, and 200 meters freestyle swimmers at the 1992 Olympic Games. *Journal of Applied Biomechanics*, 10, 189-199.

BADILLO, J.J.G. & AYESTARÁN, E.G. (2001). *Fundamentos do treinamento de força*. Porto Alegre, editora Artmed.

BARBANTI, V.J. (1986). Aptidão física: conceitos e avaliação. *Revista Brasileira de Educação Física*. 1 (1), 24-32.

_____. (1997). *Teoria e prática do treinamento desportivo*. São Paulo, editora Edgard Blücher.

BARTHEL, K.M., & ADRIAN, M.J. (1974) Three-dimensional spatial hand patterns of skilled butterfly swimmers. In L. LEWILLIE & J. P. CLARYS (orgs). *International Series on Sports Sciences: Vol. 2. Swimming II* (p.154-160). Baltimore University Park Press.

BEMBEN, M.G., MASSEY, B.H., & BOILEAU, R.A. (1992). Reliability of isometric force-time curve parameters for men aged 20 to 79 years. *Journal applies Sport Science Research*, 6, 158-164.

BRITO, C., FIGUEIREDO, R. (1998). A validade e a reprodutibilidade do teste de 15 metros para nadadores de velocidade. *Revista Corpo e Consciência*. 2, 61-68.

BOLLENS, E., ANNEMANS, L., VAES, W., & CLARYS, J.P. (1988) Peripheral EMG comparison between fully tethered and free front crawl swimming. In B. UNGERECHTS, K. WILKE, & R. REISCHLE (orgs). *International Series on Sport Sciences: Vol. 18. Swimming Science V* (p.173-181). Champaign, IL: Human Kinectics.

BRADSHAW, A., & HOYLE, J. (1993) Correlation between sprinting and dry land power. *Journal Swimming Research*, 9, 15-18.

CABRI, J., ANNEMANS, L., CLARYS, J.P., BOLLENS, E., & PUBLIE, J. (1988) The relation of stroke frequency, force, and EMG in front crawl tethered swimming. In B. UNGERECHTS, K. WILKE, & R. REISCHLE (orgs). *International Series on Sport Sciences: Vol. 18. Swimming Science V* (p.173-181). Champaign, IL: Human Kinectics.

CICCONE, C.D. & LYONS, C.M. (1987). Relationships of upper extremity strength and swimming stroke technique on competitive freestyle swimming performance. *Journal of Human Movement Studies*, 13, 143-150.

CLARYS, J.P., & JISKOOT, J., RIJKEN, H., & BROUWER, P.J. (1974). In R.C. NELSON & C.A., MOREHAUSE (orgs.). *Biomechanics IV*, (p.187-196). Baltimore: University Park Press.

_____ & JISKOOT, J. (1975). Total resistance of selected body positions in the front crawl. In L. LEWILLIE & J. P. CLARYS (orgs). *International Series on Sports Sciences: Vol. 2. Swimming II* (p.110-117). Baltimore University Park Press.

_____ (1979). Human morphology and hydrodynamics. In J. TERAUDS & E. W. BEDINGFIELD (orgs). *International Series on Sports on Sports Sciences: Vol. 2 Swimming III* (p.3-41). Baltimore: University Park Press.

_____, TOUSSAINT, H.M., BOLLENS, E., VAES, W., HUIJING, P.A., DE GROOT, G., HOLLANDER, A.P., DE WITTE, B., & CABRI, J. (1988) Muscular specificity and intensity in swimming against a mechanical resistance-surface EMG in MAD and free swimming. In B. UNGERECHTS, K. WILKE, & R. REISCHLE (orgs). *International Series on Sport Sciences: Vol. 18. Swimming Science V* (p.191-199). Champaign, IL: Human Kinectics.

COUNSILMAN, J.E. (1955) Forces in swimming: two types of crawl stroke. *Research Quarterly*, 26, 127-139.

_____ (1968) *The science of swimming*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

_____, & BROWN, R.M. (1971) The role of lift in propelling the swimmer. In J.M. COOPER (orgs). *Selected Topics on Biomechanics: Proceedings of the C.I.C. Symposium on Biomechanics* (p.179-188). Chicago: Athletic Institute.

_____. (1971) The application of Bernoulli's principle to human propulsion in water. In L. LEWILLIE & J.P. CLARYS (orgs), *Proceedings: First International*

Symposium on Biomechanics in Swimming, Waterpolo and Diving (p.59-71).
Bruxelles: Universite Libre de Bruxelles Laboratoire de l'effort.

_____, & WASILAK, J. (1982) The importance of hand speed and hand acceleration. In R.M. OUSLEY (orgs), 1981 ASCA World Clinic Yearbook (p.41-45).
Fort Lauderdale: American Swimming Coaches Association.

COLWIN, C.M. (2000). *Nadando para o século XXI*. São Paulo, editora Manole.

COSTILL, D.L., SHARP, R. & TROUP, J. (1980) Muscle strength: contributions to sprint swimming. *Swimming World*, 21 (2), 29-34.

_____, KING, D.S., HOLDREN, A., & HARGREAVES, M. (1983) Swimming speed vs. swimming power. *Swimming Technique*. 20, 20-22.

_____, D.L., RAYFIELD, F., KIRWAN, J., & THOMAS, R. (1986) A computer based system for the measurement of force and power during front crawl swimming. *Journal Swimming Research*, 2, 16-19.

_____, MAGLISCHO, E.W., RICHARDSON & A.B. (1998) *Natacion*.
Barcelona, editorial Hispano Europea.

CRAIG, A.B. & PENDERGAST, D.R. (1979). Relationships of stroke rate, distance per stroke, and velocity in competitive swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 11, 278-283.

DAVIS, J.F. (1955) The effect of weight training on speed in swimming. *Physical Educator*, 12, 28-29.

DOPSAJ, M.J., MATKOVIC, I., & ZDRAVKOVIC, I.P. (2002) The relationship between 50 m – freestyle results and characteristics of tethered forces in male sprint

swimmers: a new approach to tethered swimming test. *IX World Symposium Biomechanics and Medicine in Swimming*, Saint-Etienne, France.

ELLIOT, B., & MESTER, J. (2000) *Treinamento no Esporte: Aplicando Ciência no Esporte*. São Paulo, Phorte editora.

FLECK, S.J. & KRAEMER, W.J. (1999) *Fundamentos do treinamento de força muscular*. Porto Alegre, editora Artmed.

FOX, E.L., BOWERS, R.W. & FOSS, M.L. (1991). *Bases fisiológicas da educação física e dos desportos*. Rio de Janeiro, editora Guanabara Koogan.

GRIMSTON, S.K. & HAY, J.G. (1986) Relationship among anthropometric and stroking characteristics of college swimmers. *Medicine Science in Sports and Exercise*, 18, 60-80.

GUILFORD, J., & FRUCHTER, B. (1973) *Fundamental Statistics*. In *Psychology and Education*.

HARRE, D., & LOTZ, I. (1989) O treino da força rápida. *Treino Desportivo*, 12, 16-24.

HOLLANDER, A.P., DE GROOT, G., SCHENEAU, G.J., KAHMAN, R., & TOUSSAINT, H.M. (1998) Contributions of the legs to propulsion in front crawl swimming. In B. UNGERECHTS, K. WILKE, & R. REISCHLE (orgs). *International Series on Sport Sciences: Vol. 18. Swimming Science V* (p.39-43). Champaign, IL: Human Kinectics.

HOLLMAN, W. & HETTINGER, TH. (1989.). *Medicina de esporte*. São Paulo, editora Manole.

HSU, T.G., HSU, K.M. & HSIEH, S.S. (1997) The effects of shoulder isokinetic strength training on speed and propulsive forces in front crawl swim. *Medicine Science in Sports and Exercise*, 29 (5), supplement abstract 713.

HAILING, P.A., TOUSLING, H.M., MACKAY, R., FERVOR, K., CLARIS, J.P. DE GROUT, G., & HOLLANDER, A.P. (1988) Active Drag related to body dimensions. In B.E. UNGERRECHTS, K. WILKE & K. REISCHLE (orgs.), *International series on sports science: Vol. 18. Swimming Science V* (p.31-37). Champaign, IL: Human Kinetics.

JOHNSON, R.E., SHARP, R.L., & HEDRICK, C.E. (1993) Relationship of swimming power to sprint freestyle performance: A multiple regression approach. *Journal Swimming Research*, 9, 10-14.

KESKINEN, K.L., LAURI, J., & KOMI, P. V. (1989) Maximum velocity swimming: Interrelationships of stroking characteristics, force production and anthropometric variables. *Scandinavian Journal Sports Science*, 11 (2) 87-92

KREIGHBAUM, E., & BARTHELIS, K.M. (1996) *Biomechanics: A qualitative approach for studying human movement*. Human Kinetics Publisher.

LENK, M. & PEREIRA, W. (1966). *Natação Olímpica*. [S.I] [S.N].

LYTTLE, A.D., BLANKSBY, B.A. ELLIOT, B.C., & LLOYD, D.G. (2000) Net forces during tethered simulation of underwater streamlined gliding and kicking technique of freestyle turn. *Journal of Sports Science*, 18, 801-807.

MCARDLE, W.D., KATCH, F.I. & KATCH, V.L. (1991) *Fisiologia do Exercício*. Rio de Janeiro, editora Guanabara Koogan.

MACFARLANE, D., EDMOND, I. & WALMESLEY, A. (1997) Instrumentation of an ergometer to monitor the reliability of rowing performance. *Journal of Sports Sciences*, 15, 167-173.

MAGEL, J.R. (1970) Propelling force measured during tethered swimming in the four competitive swimming styles. *Research Quarterly*, 41 (1), 8-74.

MAGLISCHO, C.W., MAGLISCHO, E.W., SHARP, R.L., ZIER, D.J. & KATZ, A. (1984) Tethered and non tethered crawl swimming. In TERAUDS, K., BARTHEL, E., KREIGHBAUN, R., & CRACKERS, J. (orgs) *Sports Biomechanics: Proceedings of ISBS* (p.163-176). Del Mar, Ca: Academic Publishers.

MAGLISCHO, E.W. NADAR MAS RAPIDO. (1995) Barcelona, editorial Hispano Europea.

_____. (1999) *Nadando ainda mais rápido*. São Paulo, editora Manole.

MANSO, J.M.G., VALDIVIELSO, M.N. & CABALLERO, J.A.R. (1996) *Bases teóricas del entrenamiento deportivo*. Madrid, editorial Gymnos.

MANSO, J.M.G., VALDIVIELSO, M.N., CABALLERO, J.A.R. & ACERO, R.M. (1998) *La velocidad*. Madrid, editorial Gymnos.

MARINHO, P.C., & GOMES, A.C. (1999) Diagnóstico dos níveis de força especial em nadadores e sua influência no resultado desportivo. *Treinamento Desportivo*, 4, (2), 41-47.

_____ & ANDRIES, O. (2001) Avaliação da força propulsora do nadador: validação e reprodutibilidade de uma metodologia específica. *XXIV Simpósio Internacional de Ciências do Esporte*. São Paulo, Brasil.

_____ & ANDRIES, O. (2002) Isometric force assessment and its influence on the maximum velocity of swimmers belonging to different levels of qualification. *IX World Symposium Biomechanics and Medicine in Swimming*, Saint-Etienne, France.

MATHEWS, D.K. (1986) *Medida e avaliação em educação física*. Rio de Janeiro, editora Guanabara.

MERO, A., LUHTANEN, P., VIITASALO, JT, & KOMI, P.V. (1981) Relationship between the maximal running velocity, muscle fibre characteristics, force production and force relaxation of sprinters. *Scandinavian Journal Sports Science*, 3 (1), 16-22.

_____ (1985) Relationships between the muscle fibre characteristics, sprinting and jumping of sprinters. *Biology of Sport*, 2 (3), 155-161.

MIYASHITA, M. & KANEHISA, H. (1979) Dynamic peak torque related to age, sex, and performance. *Research Quarterly*, 50, 249-255.

_____. (1983) Effects of isokinetic, isotonic, and swim training on swimming performance. . In A.P. HOLLANDER, P.A. HUIJING, & G. DE GROOT (orgs). *International Series on Sports Sciences: Vol.14 Biomechanics and Medicine in Swimming* (p.329-334). Champaign, IL: Human Kinetics.

MONTEIRO, W.D. (1998) Medida da força muscular: aspectos metodológicos e aplicações. *Treinamento Desportivo*, 3 (1), 38-51.

NAHAS, M.A. (1991) Especificidade dos efeitos de treinamento. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 5, (2), 61-65.

NEUFER, P.D., COSTILL, D.L., FIELDING, R.A., FLYNN, M.G., & KIRWAN, J.P. (1987) Effect of reduced training on muscular strength and endurance in competitive swimmers. *Medicine and science in sports and exercise*, 19, (5), 486-490.

NUBER, G.W., JOBE, F.W., PERRY, J., MOYES, D.R., & ANTONELLI, D. (1986) Fine wire electromyography analysis of muscles of the shoulder during swimming. *The American Journal of Sports Medicine*, 14 (1), 7-11.

NUNNEY, D.R. (1960) Relation of circuit training to swimming. *Research Quarterly*, 31, 188-198.

OLBRECHT, J., & CLARYS, J.P. (1983) EMG of specific training exercises for the front crawl. In A.P. HOLLANDER, P.A. HUIJING, & G. DE GROOT (orgs). *International Series on Sports Sciences: Vol.14 Biomechanics and Medicine in Swimming* (p.137-141). Champaign, IL: Human Kinetics.

OPPENHEIM, F. (1970). The history of swimming. North Hollywood, CA: *Swimming World*.

PERREIN, D.H. (1993). *Isokinetic Exercise and Assessment*. Human Kinetics Publisher.

PLAGENHOFF, S. (1971) *Patterns of Human Motions of Human Motion*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

PLATONOV, V.N. & FESSENKO, S.L. (1986) *Los sistemas de entrenamiento de los mejores nadadores del mundo*. Barcelona, editorial Paidotribo.

PLISK, S.S. (1991) Anaerobic metabolic conditioning: a brief review of theory, strategy and practical application. *Journal of Applied Sport and Science Research*, (5), 22-34.

POWERS, S.P. & HOWLEY, E.T. (2000) *Fisiologia do exercício*. São Paulo, editora Manole.

REILLY, M.F., KAME, V.D., TERMIN, B., TEDESCO, M.E., & PENDERGAST, D.R. (1990) Relationship between freestyle swimming speed and stroke mechanics to isokinetic muscle function. *Journal Swimming Research*, 6, 16-21.

RIVET, R. (1987) O porquê e quando de um programa de avaliação de aptidão física num planejamento do treinamento desportivo. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. 1 (2), 17-18.

ROHRS, D.M., MAYHEW, J.L., ARABAS, C., & SHELTON, M. (1990) The relationship between seven anaerobic tests and swim performance. *Journal Swimming Research*, 4 (6), 15-19.

RUSHALL, B.S., HOLT, L.E., SPRINGS, E.J., & CAPPAERT, J.M. (1994) A reevaluation of forces in swimming. *Journal of Swimming Research*, 10, 6-30.

SCHELEIHAUF, R.E. (1974). A biomechanical analysis of freestyle. *Swimming technique*. 11, (3), 89-96.

_____, (1977). Swimming propulsion: A hydrodynamic analysis. In R. OUSLEY (org.), *American swimming coaches association world clinical yearbook 1977* (p. 49-81). Fort Lauderdale, FL: American Swimming Coaches Association.

_____, (1979). A hydrodynamic analysis of swimming propulsion. In J. TERAUDS & E.W. BEDINGFIELD (orgs.), *International symposium of biomechanics: Vol. 8. Swimming III* (p. 70-109). Baltimore: University Park Press.

SCHELEIHAUF, R.E. (1983) Specificity of strength training in swimming: A biomechanical view point. In A.P. HOLLANDER, P.A. HUIJING, & G. DE GROOT (orgs). *International Series on Sports Sciences: Vol.14 Biomechanics and Medicine in Swimming* (p.185-191). Champaign, IL: Human Kinetics.

_____, (1986) Swimming skill: A review of basic theory. *Journal of swimming research*, 2, (2), 11-20.

_____, HIGGINS, J.R., HINRICHS, R., LUEDTKE, D., MAGLISCHO, C., MAGLISCHO, E.W. & THAYER, A. (1988) Propulsive techniques: Front crawl stroke, butterfly, backstroke, and breaststroke. In B.E. UNGERECHTS, K. WILKE & K. REISCHLE (orgs.), *International series on sports science: Vol. 18. Swimming Science V* (p.53-59). Champaign, IL: Human Kinetics.

SHARP, R.L., COSTILL, D.L., & KING, D.S. (1983) Powers Characteristics of swimmers at the 1982 US senior National Long course swimming championships. *Journal Swimming Research*, 2 (2), 5-10.

_____, COSTILL, D.L. (1989) Shaving a little time. *Swimming technique*. 26 (3), 3-13.

_____, TROUP, J.P., & COSTILL, D.L. (1982) Relationship between power and sprint freestyle swimming. *Medicine Science in Sports and Exercise*, 14, 53-56.

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

SIFF, M.C. & VERKHOSHANSKY, Y.V. (2000) *Super entrenamiento*. Barcelona, editorial Paidotribo.

SILVIA, C.E. (1970) Manual and Lesson Plans for Basic Swimming, Water Stunts, Lifesaving, Springboard Diving, Skin and Skuba Diving. Springfield, M.A: autor.

SMITH, L. (1978) Anthropometric measurements, and arm and leg speed performance of male and female swimmers as predictors of swim speed. *Journal Sports Medicine*, 18, 153-168.

STRASS, D. (1986) Effects of maximal strength training on sprint performance of competitive swimmers. . In B.E. UNGERECHTS, K. WILKE & K. REISCHLE (orgs.), *International series on sports science: Vol. 18. Swimming Science V* (p. 149-156). Champaign, IL: Human Kinetics.

_____, (1991) Force-time and electromyographic characteristics of arm shoulder muscles in explosive type force production in sprint swimmers. *Journal Swimming Research*, 7 (1), 19-27.

TAKAMOTO, M., OMICHI, H., & MIYASHITA, M. (1985) Wave height in relation to swimming velocity and proficiency in front crawl stroke. In WINTER, D.A., NORMAN, R.W., WELLS, R.P., HAYES, K.C., & PALTA, A.E. (orgs.). *Biomechanics IX – B*, 486-491. Champaign, IL: Human Kinetics.

TANAKA, H., COSTILL, D.L., THOMAS, R., FINK, W.J., & WIDRICK, J.J. (1993) Dry-land resistance training for competitive swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25 (8), 952-959.

TEIXEIRA, C.L. & FOMITCHENKO, T.G. (1998). Treinamento de força especial na natação. *Treinamento desportivo*. 2, (3), 101-104.

TOUSSAINT, H.M., & VERVOORN, K. (1990) Effects of specific high training in the water on competitive swimmers. *International Journal Sports Medicine*, 11 (3), 228-233.

VALDIVIELSO, F.N. (1998) *La resistencia*. Madrid, editorial Gymnos, 1998.

VERKHOSHANSKY, Y.V. (2001) *Treinamento desportivo*. Porto Alegre, editc ⁹⁴
Artmed.

VERKHOSHANSKY, Y.V & OLIVEIRA, P.R. (1995) *Preparação da força especial*.
Rio de Janeiro, Grupo Palestra Sport.

VIANNA, H. (1976) *Testes em Educação*. São Paulo, editora Ibrasa.

VIITASALO, J.T., SAUKKONEN, S., KOMI, P.V. (1980) Reproducibility of
measurements of selected neuromuscular performance variables in man.
Electromyographic Clinical Neurophysiology, 20, 487-501.

WATKINS, J., & GORDON, A.T. (1983) The effects of leg action on performance in
the sprint front crawl stroke. In A.P. HOLLANDER, P.A. HUIJING, & G. DE GROOT
(orgs). *International Series on Sports Sciences: Vol.14 Biomechanics and Medicine in
Swimming* (p.310-314). Champaign, IL: Human Kinetics.

WEINECK, J. (1991) *Biologia do esporte*. São Paulo, editora Manole.

_____. (1999) *Treinamento ideal*. São Paulo, editora Manole.

WILSON, G.J. & MURPHY, A.J. (1996) The use of isometric tests of muscular
function in athletic assessment. *Sports Medicine*, 22, 19-37.

YATER, R.A., MARTIN, R.B., WHITE, M.K., & GILSON, K. H. (1981) Tethered
swimming forces in the crawl, breast and back strokes and their relationship to
competitive performance. *Journal of Biomechanics*, 14 (8) 527-537.

YOUNG, W., MC LEAN, B., & ARDAGNA, J. (1995) Relationship between strength
qualities and sprint performance. *Journal Sports Medicine Physical Fitness*, 35, 13-
19.

ZATCIORSKY, V. M. (1999) *Ciência e prática do treinamento de força*. São Paulo, editora Phorte.

ZVONAREV, A.I. (1990) *Aseguramiento científico de la preparacion de los nadadores*. Impreso en la URSS.

ANEXOS

ANEXO 1

FICHA DE CONSENTIMIENTO FORMAL

**– UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS –
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

FICHA DE CONSENTIMENTO FORMAL

PROJETO DE PESQUISA: Mensuração da Força Propulsora mediante o emprego do “Nado Amarrado” e sua relação com a Velocidade Básica de Nadadores.

RESPONSÁVEL PELO PROJETO: Prof^o. Dr^o. Orival Andries Júnior.

PÓS-GRADUANDO: Paulo César Marinho.

Eu _____, _____ anos de idade, RG _____, residente à rua _____, voluntariamente concordo em participar do projeto de pesquisa acima mencionado da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas. É do meu conhecimento que a pesquisa objetiva estudar a performance da força e da velocidade de nadadores mediante a utilização de testes específicos. Estou ciente de que para a realização dos testes deverei empenhar-me com determinado esforço físico. Os benefícios que obterei participando como voluntário do projeto mencionado são importantes para o meu conhecimento sobre minhas condições físicas relacionadas à performance da força e da velocidade.

Li e entendi as informações precedentes, bem como, eu e os responsáveis pelo projeto já discutimos todos os riscos e benefícios decorrentes destes, sendo que as dúvidas futuras, que possam vir a ocorrer, poderão ser prontamente esclarecidas, bem como os resultados obtidos durante a coleta de dados.

Campinas, ____ de _____ de 2001.

Sr. Voluntário

Paulo César Marinho

Orival Andries Júnior

ANEXO 2
FICHA PARA CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

**– UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS –
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DO ATLETA

Nome: _____.

Data de Nascimento ____/____/____ Idade _____ anos.

Clube/Associação _____.

Peso _____ kg, Altura _____ cm, Envergadura _____ cm.

DADOS PARA CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA DO ATLETA

01. Qual seu principal estilo?

() crawl () costas () peito () borboleta () medley

02. Qual a distância principal da prova em que nada?

() 50 mts. () 100 mts. () 200 mts. () 400 mts. () 800 mts. () 1500 mts.

03. Qual é o seu melhor tempo?

04. Qual seu melhor tempo nos 50 e 100 metros livre?

50 _____ , 100 _____.

05. Este ano qual foi sua melhor colocação em campeonatos para atletas Federados?

Paulista _____ Brasileiro _____

06. Já participou de alguma seleção?

Estadual Nacional

07. Há quanto tempo você treina natação?

_____ anos

08. Quantas vezes treina por dia?

_____ vezes.

09. Quantas vezes treina por semana?

_____ vezes.

10. Qual a distância nadada por semana?

_____ km

11. Realiza treinamento de força?

sim não, se a resposta for afirmativa, qual o tipo?

musculação barras/ flexões de braço/ abdominais elástico fora d'água

tração de elástico na água natação com palmar outros

12. Sua participação nos treinos durante o ano foi:

boa regular péssima

13. Em que período do ciclo anual se encontra?

preparação competição Transição

Muito Obrigado pela sua Colaboração

PAULO CÉZAR MARINHO - Pesquisador

ANEXO 3

CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA DO ESTUDO QUANTO A IDADE
CRONOLÓGICA, ANTROPOMETRIA E TEMPO REFERENTE AOS 50 METROS
ESTILO CRAWL OBTIDOS MEDIANTE APLICAÇÃO DE UM QUESTIONÁRIO

Característica dos Atletas	Idade (anos)	Tempo 50 crawl (s)	Caracterização antropométrica		
			Peso (kg)	Altura (cm)	Enverg. (cm)
Média	15,46	27,16	66,8	176	182,7
Desvio-padrão	0,51	1,98	7,88	8,0	8,97
Mínimo	15	23,91	50	160	165
Máximo	16	31,0	81,6	190	200
Coef. variação (%)	3,28	7,3	11,8	4,59	4,91