UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

Relação entre a força propulsora e a velocidade nos quatro estilos competitivos da
natação

Joel Moraes Santos Júnior

São Paulo
2012

JOEL MORAES SANTOS JÚNIOR

RELAÇÃO ENTRE A FORÇA PROPULSORA E A VELOCIDADE NOS QUATRO
ESTILOS COMPETITIVOS DA NATAÇÃO

Dissertação apresentada à Escola de
Educação Física e Esporte da Universidade
de São Paulo, como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre em Ciência.

Área de concentração: Estudos do Esporte

ORIENTADOR: PROF. DR. VALMOR ALBERTO AUGUSTO TRICOLI

São Paulo

2012

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Santos Júnior, Joel Moraes

Relação entre a força propulsora e a velocidade nos quatro estilos competitivos na natação / Joel Moraes Santos Júnior. -- São Paulo: [s.n.], 2012.
45 páginas.

Dissertação (Mestrado) – Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. Valmor Alberto Augusto Tricoli

1. Força. 2. Velocidade. 3. Nado atado. 4. Natação. I. Título

SANTOS JÚNIOR, Joel Moraes

Relação entre a força propulsora e a velocidade nos quatro estilos competitivos na natação. Dissertação apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciência

Aprovado em:

Banca examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar à minha família por me dar apoio durante o processo de formação acadêmica.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Valmor Alberto Augusto Tricoli pela confiança, paciência, disponibilidade, profissionalismo e principalmente amizade quando eu mais precisei.

Aos professores Carlos Ugrinowitsch e Mauro Batista por todas as considerações pertinentes na banca sobre este trabalho sobretudo minhas responsabilidades enquanto aluno do programa de pós graduação.

Ao professor João Carlos Barros por me incentivar durante toda minha formação.

Agradecimento especial à minha querida amiga Carla Luguetti por me ajudar, orientar e colaborar na conclusão desse trabalho de maneira incansável.

Aos amigos e professores da EEFÉ que colaboraram na minha formação acadêmica durante todo processo.

RESUMO

SANTOS JÚNIOR, J.M. **Relação entre a força propulsora e a velocidade nos quatro estilos competitivos na natação.** 2012. 45 páginas. Dissertação de Mestrado – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, 2012.

Embora muitos estudos tenham investigado a contribuição da força propulsora na velocidade de nadadores, a maioria das pesquisas se restringiu ao estilo *crawl* e no nado como um todo. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi mensurar e comparar a força propulsora e o desempenho de velocidade nos quatro estilos competitivos e verificar a relação entre elas durante o nado completo, o nado somente de pernas e o nado somente de braços em nadadores competitivos. Participaram do estudo 37 nadadores do sexo masculino com experiência competitiva de no mínimo dois anos, com idade entre 15 e 19 anos. A amostra foi dividida pelos estilos borboleta (n=9), costas (n=7), peito (n=9) e *crawl* (n=12). Foram medidas as variáveis de força propulsora (VFP) no nado atado (NA) nas seguintes situações; força propulsora máxima de nado em 10 segundos (FPM10), força propulsora máxima de pernas em 10 segundos (FPMp), força propulsora máxima de braços em 10 segundos (FPMb), força propulsora máxima de nado em 25 segundos (FPM25) e força propulsora média de nado em 25 segundos (FPM25). Também foi mensurada a velocidade nas metragens de 15 e 50 metros (V15 e V50). Cada nadador realizou os testes de força e velocidade nos principais estilos de competição. Os resultados demonstraram correlações entre as VFP com a velocidade para os quatro estilos competitivos no nado completo (entre $r=0,62$ e $0,97$), na força propulsora de pernas nos estilos costas e *crawl* ($r=0,77$, $0,73$ e $0,72$) e para a força propulsora de braços no estilo *crawl* ($r=0,73$). O estilo peito se correlacionou de maneira moderada negativamente ($r=-0,69$, $-0,75$, $-0,76$ e $-0,77$) com a FPM10, FPM25, FPM25 e FPM25. Conclui-se que a força propulsiva apresentou relação com a velocidade nos quatro estilos competitivos e que tal relação é melhor no nado completo quando comparada aos membros inferiores e superiores.

Palavras-chave: força, velocidade, nado atado, natação

ABSTRACT

SANTOS JÚNIOR, J.M. **Relationship between the propulsive force and speed in the four competitive strokes in swimming.** 2012. 46 pages. Dissertation - School of Physical Education and Sport, University of São Paulo, 2012.

Although many studies have investigated the contribution of propulsive force in speed of swimmers, most studies has been restricted to crawl and complete swimming. So, the objective of this study was to measure and compare the propulsive force and speed performance on all four competitive strokes and the relation between them during complete swimming, propulsive force of the legs and of the arms. The study included 37 male swimmers competitive with at least two years, with ages between 15 and 19 years old. The sample was divided by styles butterfly ($n = 9$), back ($n = 7$), breast ($n = 9$) and crawl ($n = 12$). We analyze the propulsive force variables (VFP) in tethered swimming (NA) in situations: maximum propulsive force of swimming in 10 seconds (FPM10) maximum propulsive force of legs in 10 seconds (FPMp), maximum propulsive force of arms in 10 seconds (FPMb), maximum propulsive force of swimming in 25 seconds (FPM25) mean propulsive force of swimming in 25 seconds (FPM25). Also the speed was measured at distances of 15 and 50 meters (V15 and V50). Each swimmer performed the tests of strength and speed in the main styles of competition. The results showed correlations between VFP with speed for the four competitive swimming in complete swimming (between $r = 0.62$ and 0.97), in the propulsive force of legs in the back and crawl styles ($r = 0.77$, 0.73 and 0.72) and the propulsive force of arms in the crawl ($r = 0.73$). The breaststroke showed moderate negative correlation ($r = -0.69$, -0.75 , -0.76 and -0.77) with FPM10, FPM25, and FPM25 FPM25. It is concluded that the propulsive force was related to the speed in four competitive and that this relationship is better in comparison to the complete swimming upper and lower limbs.

Keyword: strength, speed, tethered swimming, swimming

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1 – Níveis de força no nos quatro estilos no nado completo, somente com braços ou somente com pernas, em nadadores de 15 a 20 anos do sexo masculino. .	
.....	26
Tabela 2 - Número de atletas em cada estilo da natação e categoria.....	28
Tabela 3 - Médias para o ranking e idade dos nadadores em cada estilo.....	28
Tabela 4 - Velocidade (m/s) em 15 e 50 metros (média $\pm$ desvio padrão) nos quatro estilos competitivos da natação.	35
Tabela 5 - Força propulsora (Kgf) nas condições FPM, FPM25 e FPM25 (média $\pm$ desvio padrão) nos quatro estilos competitivos da natação	35
Tabela 6 - Força propulsora (Kgf) nas condições FPMb10 e FPMp10 (média $\pm$ desvio padrão) nos quatro estilos competitivos da natação	36
Tabela 7 - Valores de correlação (r de Pearson) entre as variáveis da força propulsora e velocidade nos quatro nados competitivos.....	36
Tabela 8 - Regressão linear considerando a variável V50 como dependente.....	37

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Índices de força propulsora máxima de nadadores nos diferentes estilos de nado e distâncias (adaptado de Bulgakova, 2000).	23
Figura 2 - Índices de força propulsora máxima no nado completo, somente com braços e somente com pernas medidos em nadadores de alto nível nos diferentes estilos de nado e distâncias (adaptado de Bulgakova 2000).	23
Figura 3 - Modelo esquemático representando o nado atado.....	27
Figura 4 - Ilustração da mensuração da força propulsora máxima de braços.....	31
Figura 5 - Ilustração da mensuração da força propulsora máxima de pernas	32
Figura 6 – Ilustração do teste de velocidade de 15 metros (adaptado de Marinho, 2002).	33

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	19
2. OBJETIVO.....	21
3. REVISÃO DE LITERATURA	22
3.1. Relação força e velocidade na natação	22
3.2. Força de propulsão	24
3.3. Avaliação da força e sua relação com a velocidade na natação	26
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	28
4.1. Amostra	28
4.2. Instrumentos e procedimentos.....	28
4.2.1. Mensuração das variáveis da força propulsora.....	29
4.2.1.1. Mensuração da FPMb	31
4.2.1.2. Mensuração da FPMp	31
4.2.2. Testes de velocidade de 15 metros (V15).....	32
4.3. Análise Estatística	34
5. RESULTADOS	35
6. DISCUSSÃO	38
7. CONCLUSÃO.....	43
REFERÊNCIAS.....	44

1. INTRODUÇÃO

Na natação, a velocidade máxima, especialmente em curtas distâncias, é influenciada de forma direta pela força de propulsão dos membros superiores (“puxada”) e pelas características biomecânicas (“técnica”) do nado (GIROLD; CALMELS; MAURIN; MILHAU; CHATARD, 2006; HAVRILUK, 2010; TOUSSAINT; BEEK, 1992). Porém, a mensuração da produção força nesta modalidade esportiva ainda é um fator limitante para determinação desta relação.

Os métodos mais utilizados para mensurar a força dos nadadores são de caráter geral, se constituindo de exercícios convencionais do treinamento de força ou do uso de aparelhos isocinéticos (BARBOSA, 2010; DOPSAJ; MATKOVIC; ZDRAVKOVIC, 2002; MARINHO, 2002). Esses métodos não são específicos aos gestos motores realizados pelos nadadores e assim sua validade é colocada em dúvida (OLBRECHT; CLARYS, 1983). Esse é provavelmente um dos motivos da falta de resultados conclusivos quanto à transferência do desempenho de força nos exercícios realizados fora da água para o desempenho dentro dela, principalmente com nadadores de alto rendimento (BARBOSA; ANDRIES JUNIOR, 2006; TANAKA; COSTILL; THOMAS; FINK; WIDRICK, 1993).

A literatura apresenta, basicamente, dois métodos válidos de mensuração da força aplicada durante o nado: o método de nado atado (“tethered swimming”) (BARBOSA, 2010; BARBOSA; ANDRADE; MOREIRA; SERRÃO; ANDRIES JÚNIOR, 2012; DOPSAJ et al., 2002; FOMITCHENKO, 1999; KESKINEN; KOMI, 1993; MARINHO; GOMES, 1999; PAPOTI; ZAGATTO; FREITAS JÚNIOR; CUNHA; MARTINS; GOBATTO, 2005) e o método de nado semi-atado (“semi-tethered” ou “partially tethered swimming”) (ADAMS; MARTIN; YEATER; GILSON, 1983; MAGLISHO; MAGLISCHO, 1984; PAPOTI; MARTINS; CUNHA. ZAGATTO; GOBATTO, 2003; SWAINE; DOYLE, 1999). O método de nado atado (NA) consiste na natação estacionária enquanto o nadador permanece preso a um cabo inextensível com a extremidade oposta conectada a uma das bordas da piscina. Nesta metodologia a força propulsora máxima (FPM) pode ser medida por um sensor ou célula de carga presa ao cabo que está fixado à borda da piscina (KESKINEN; KOMI, 2003; PAPOTI et al., 2003).

Dopsaj et. al. (2002) e Magel (1970) ressaltam que o NA é o procedimento mais eficiente para mensurar a força de propulsão em nadadores de diferentes níveis técnicos. Essa afirmação é corroborada por Costill, Sharp e Troup (1980) e Strass (1986) que sugerem métodos de avaliação de força aplicados de forma específica à natação.

Deve ser destacado que alguns estudos reportaram correlação moderada/elevada ($r = 0,78$ a $0,96$) entre a FPM medida no NA e velocidade do nado (COSTILL; KING; HOLDREN; HARGREAVERS, 1983; MARINHO, 2002; PESSOA FILHO; MONTEIRO, 2008), enquanto outros observaram correlações mais baixas ($r = 0,50$) (ADAMS et al., 1983; SMITH; NORIS; HOGGG, 2002). A maioria das pesquisas com o NA restringiu-se a investigação da relação entre FPM e velocidade do nado estilo crawl. Contudo, alguns estudos, mesmo que ainda escassos, propuseram essa análise nos quatro estilos (MOROUÇO; KESKINEN; VILAS-BOAS; FERNANDES, 2011a), no estilo peito (BARBOSA; DOPSAJ; OKICIC; ANDRIES JÚNIOR, 2010), nos estilos crawl, peito e costas (YEATER; MARTIN; WHITE; GILSON, 1981) e no borboleta (PAPOTI; VITÓRIO; VELOSA; CUNHA; RAMOS DA SILVA; MARTINS; GOBATTO, 2007) encontrando altas correlações (de $0,79$ à $0,96$).

Porém, apesar da velocidade máxima ser influenciada pela força propulsora gerada pelos membros superiores (GIROLD et al., 2006; HAVRILUK, 2010; TOUSSAINT; BEEK, 1992), ainda não se sabe qual é a relação da FPM produzida pelos diferentes segmentos corporais no desempenho de velocidade nos quatro estilos competitivos da natação

A investigação desta relação poderá fornecer informações importantes e inovadoras para a organização e elaboração de programas do treinamento de nadadores, principalmente para o treinamento de força aplicado aos quatro estilos competitivos.

2. OBJETIVO

O objetivo do presente estudo foi mensurar e comparar a força propulsora e o desempenho de velocidade nos quatro estilos competitivos e verificar a relação entre elas durante o nado completo, o nado somente de pernas e o nado somente de braços em nadadores competitivos do sexo masculino.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Relação força e velocidade na natação

A força é uma capacidade motora de grande relevância no desempenho de várias modalidades esportivas. A relação entre o aumento de força com o subsequente aumento na velocidade em muitos esportes sugere a força e a potência como capacidades determinantes no desempenho esportivo (FARTO, 2010; MARINHO, 2002).

Na natação, muitos autores atribuem grande importância da capacidade de força no incremento da velocidade (BARBOSA et al., 2010; COSTILL, 2001; FARTO, 2010; HSU; HSU; HSIEH, 1997; MARINHO, 2002; MOROUÇO, et al., 2011^a, MOROUÇO; VILAS-BOAS; FERNANDES, 2011b, PAPOTI et al., 2007; SHARP; TROUP; COSTILL, 1982; SMITH et al., 2002; STRASS, 1986, TOUSSAINT; BEEK, 1992; YOUNG, LEAN; ARDAGNA, 1995). As provas de velocidade (50 e 100 metros) requerem uma grande participação da força máxima e força rápida (TEIXEIRA; FOMITCHENKO, 1998).

Marinho e Andries Júnior. (2004) encontraram uma correlação moderada ($r=0,57$) entre a força isométrica máxima e a velocidade do nado no estilo *crawl* em 25 metros. Já Tanaka (1993), Strass (1996) e Barbosa e Andries Júnior. (2006) encontraram aumentos de 12% a 25% da força muscular e nenhum aumento significativo na velocidade após oito semanas de treinamento realizado fora da água três vezes por semana com o objetivo no aumento da força e potência muscular. Entretanto, os estudos de Girolid et al. (2006) e Gergley, McCardle, Dejesus, Toner, Jacobiwitz e Spina (1984) constataram incremento significativo no desempenho dos 100 metros nado *crawl* após três semanas de treinamento de força específico, com uso de corda elástica e do “swim bench”. Além disso, Morouço et al. (2011a) encontraram correlação moderada/elevada ($r=-0,69$ a $-0,90$) da força nos quatro estilos competitivos com a velocidade nos 50 metros.

Na figura 1 pode-se observar que existem diferenças na FPM nos quatro estilos competitivos como também na distância nadada, demonstrando que nadadores de longa distância (1500 metros) apresentam valores médios de FPM inferiores (15,5 kgf) do que os nadadores de curta distância (100 metros) (19,4 kgf).

Figura 1 - Índices de força propulsora máxima de nadadores nos diferentes estilos de nado e distâncias (adaptado de Bulgakova, 2000).

Além disso, Bulgakowa (2000) demonstrou existirem diferenças também na FPM quando analisada no nado completo ou apenas com os braços e apenas com as pernas (Figura 2).

Figura 2 - Índices de força propulsora máxima no nado completo, somente com braços e somente com pernas medidos em nadadores de alto nível nos diferentes estilos de nado e distâncias (adaptado de Bulgakova 2000).

Para nadadores competitivos em nível nacional e internacional no *crawl*, a literatura aponta valores entre 15,9 e 34,7 kgf, para avaliações realizadas no NA (BARBOSA; ANDRIES JÚNIOR, 2006; DOPSAJ et al., 2002; FARTO, 2010).

3.2. Força de propulsão

As principais explicações para a manifestação da força propulsora se baseiam nas três leis do movimento formuladas por Newton, publicadas no ano de 1686. A primeira, também conhecida como inércia, afirma que um corpo permanece em repouso ou em movimento retilíneo uniforme a menos que haja atuação de uma força que cause a alteração deste estado (BIXLER, 2008). A segunda lei complementa dizendo que o sentido e a velocidade do deslocamento do corpo se modificam de maneira proporcional à força aplicada.

Assim, a capacidade de deslocamento de um nadador será dependente das forças que atuam sobre ele, ou seja, as forças propulsoras (**Fprop**), que o impulsionam à frente, e as forças de arrasto (**Fres**), contrárias ao movimento (BIXLER, 2008).

$$F_{prop} - F_{res} = m \cdot a$$

Onde “**ma**” representa a massa do nadador e “**a**” a aceleração obtida. Sendo assim, três possibilidades podem ser obtidas a partir dessa equação: 1) $F_{res} = F_{prop}$, a velocidade é uniforme ou o corpo está estático; 2) $F_{res} > F_{prop}$, ocorre uma desaceleração e 3) $F_{res} < F_{prop}$, ocorre uma aceleração (TOUSSAINT; HOLLANDER, 1994; VORONTOV; RUMYANTSEV, 2004). Portanto, uma das formas de melhorar o desempenho é minimizar as forças resistivas e, ao mesmo tempo, aumentar as propulsivas.

Counsilman (1977) sugeriu que a velocidade de nadadores poderia ser aumentada por: a) uma diminuição das forças de arrasto, b) um aumento das forças propulsivas geradas pelas braçadas e pernadas e c) uma combinação dessas duas situações. Já é sabido que a contribuição dos braços para a propulsão na natação é maior que a contribuição das pernas nos quatro estilos, exceto no estilo peito. Deschodt, Arsac e Rouard (1999) conduziram uma pesquisa onde eles verificaram a locomoção em quatro procedimentos experimentais para o estilo *crawl*: 1) propulsão

apenas com um braço, 2) propulsão apenas com os dois braços, 3) propulsão com um braço e duas pernas e 4) propulsão com os dois braços e as duas pernas. Os autores verificaram aumentos médios de 10% na velocidade máxima quando as pernadas foram inseridas nos testes confirmando a grande eficácia dos membros superiores na propulsão aquática. Esse aspecto foi inicialmente descrito por Hollander, Groot, Ingen, Toussaint, Peeters, Meulemanes e Schreurs (1986) Nesse experimento, 18 nadadores de nível nacional foram submetidos a duas condições: a) nadar em máxima velocidade no nado crawl com movimento completo (braços e pernas) e b) nadar em máxima velocidade apenas com a utilização dos braços e com as pernas apoiadas por um flutuador. Os resultados demonstraram que o nado com os braços e pernas foi 12% mais veloz do que apenas com os braços. Por outro lado, Morouço, Neiva, Gonzalez-Badillo, Garrido, Marinho e Marques (2011c) encontram uma contribuição em torno de 35% das ações das pernadas no nado estilo *crawl* executado em velocidade máxima.

No nado borboleta, a investigação da relação entre a força propulsora de pernas e a velocidade de deslocamento em 25 metros foi investigada por Papoti et. al. (2007). Estes autores encontraram alta correlação elevada ($r= 0,86$) entre estas variáveis, sugerindo uma maior importância das pernadas para este estilo de nado. Contudo, poucos são os estudos que procuraram determinar a relação entre a força propulsora e o desempenho no nado peito e no nado costas. Alguns autores apontam que a pernada do estilo peito contribui com maior eficiência propulsiva quando comparada aos outros três estilos (HOOPER, HADLEY; PIVA; BAMBAUER, 1983; MAGEL 1970; MAGLISCHO, 2003; SWEETENHAM; ATCKINSON, 2003) e no estilo costas a pernada é determinante em provas de 50 e 100 metros (SANTOS JÚNIOR; DIAS; NOGUEIRA; MANSOLDO, 2011).

Cancela e Farto (2002) estudaram a força no NA nos quatro estilos competitivos entre coordenação total, somente os braços e somente as pernas no sexo masculino entre 15 e 20 anos. Os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores de força no nos quatro estilos no nado completo, somente com braços ou somente com pernas, em nadadores de 15 a 20 anos do sexo masculino.

		Crawl		Costas		Peito		Borboleta	
		Média (Kg)	Dev Pad (kg)	Média (Kg)	Dev Pad (kg)	Média (Kg)	Dev Pad (kg)	Média (Kg)	Dev Pad (kg)
15 a 16 anos	M. Inferior	8,83	0,14	6,52	1,77	8,35	1,77	9,4	1,77
	M. Superior	7,43	2,55	5,61	1,27	9,17	1,27	8,6	1,27
	C. Completa	11,61	2,26	9,07	1,47	11,35	1,47	12	1,47
17 a 18 anos	M. Inferior	11,87	1,77	11,87	2,23	9,05	2,23	11	2,23
	M. Superior	7,23	1,27	7,25	1,21	10,35	1,21	9,8	1,21
	C. Completa	14,33	1,47	13,33	1,89	14,33	1,89	14	1,89
19 anos	M. Inferior	13,45	2,23	11,7	1,62	10,05	1,62	11,1	1,62
	M. Superior	8,4	1,21	9,3	1,04	10,6	1,04	9,7	1,04
	C. Completa	15,5	1,89	14,4	1,09	14,6	1,09	14,8	1,09

Os autores observaram uma tendência na produção de maiores valores de força em membros inferiores quando comparado aos membros superiores em todos os estilos exceto no peito. Neste último, a maior produção de força advém dos membros inferiores e isso pode ser condicionado pelos distintos grupos musculares envolvidos em cada estilo específico (MAGEL, 1970).

As diferenças na FPM em nado completo ou segmentado por membros inferiores e superiores parecem estar atribuídas às características particulares de cada estilo, principalmente nos simultâneos (borboleta e peito) e nos alternados (crawl e costas). Os simultâneos, por serem executados em ações duplas de pernas e de braços apresentam valores superiores de pernas, sobretudo no peito quando comparados aos estilos alternados.

3.3. Avaliação da força e sua relação com a velocidade na natação

O procedimento mais comum para a medição da força específica na natação é o nado atado (NA) (Figura 3).

Neste método, o nadador utiliza um cinto preso à cintura o qual encontra-se ligado a um cabo inextensível conectado a um dispositivo de medição de força (célula de carga) fixado na borda da piscina. O NA é uma técnica reproduzível (BARBOSA et al., 2010, 2012; HOOPER; MCKINNON; HOWARD, 1998; MARINHO, 2002; PAPOTI et al., 2005; SANTHIAGO, 2009), altamente correlacionada com

desempenho específico (BARBOSA et al., 2010; DOPSAJ et al., 2002; MARINHO, 2002; MOROUÇO; SOARES, VILAS-BOAS; FERNANDES, 2008; PAPOTI et al., 2003) e sensível as alterações causadas pelo treinamento (PAPOTI, et al., 2007, TRAPPE, COSTILL; THOMAS, 2001).

O estudo clássico de Magel (1970) utilizando o NA foi pioneiro, pois mediu a força de maneira específica e ainda o fez nos quatro estilos competitivos.

Figura 3 - Modelo esquemático representando o nado atado

Este autor constatou que os valores de FPM foram significativamente maiores no peito perante os outros estilos, dados que foram corroborados por Hopper et al. (1983), Maglischo (2003) e Mourço (2011a).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Amostra

A amostra foi composta por 37 nadadores do sexo masculino registrados na Federação Aquática Paulista, com experiência competitiva em campeonatos estaduais e nacionais de no mínimo dois anos, pertencentes às categorias Juvenil (15 e 16 anos) e Júnior (17 a 19 anos). A amostra foi dividida pelos estilos borboleta (n=9), costas (n=7), peito (n=9) e *crawl* (n=12) (Tabela 2).

Tabela 2 - Número de atletas em cada estilo da natação e categoria.

	Borboleta	Costas	Peito	Crawl
Juvenil	4	2	2	6
Junior	5	5	7	6
TOTAL	9	7	9	12

Com o intuito de melhor caracterizar os nadadores avaliados, os mesmos responderam a um questionário fornecendo informações sobre anos de prática de natação, especialidade de nado, idade cronológica e ranking estadual nas principais provas (Tabela 3).

Tabela 3 - Médias para o ranking e idade dos nadadores em cada estilo.

	Borboleta	Costas	Peito	Crawl
Ranking estadual	3,8	4,6	2,4	3,4
Idade (anos)	17,1	17,4	17,3	16,5
Anos de prática	5,5	4,9	4,4	6,2

4.2. Instrumentos e procedimentos

Os nadadores não participaram de treinamentos intensos nas 48 horas precedentes aos testes. Todos os atletas estavam no período de preparação específica de treinamento e participaram de sessões de familiarização com o equipamento e os procedimentos do estudo.

A familiarização consistiu na realização de maneira aleatória dos seguintes testes: força propulsora máxima de pernas (FPMp), força propulsora máxima de braços (FPMb) e força propulsora máxima de nado (FPM) em dias distintos com intervalo de 48 horas entre eles. Foi definido como familiarizados os nadadores que apresentaram um coeficiente de variação de 5% entre as tentativas das sessões de familiarização. Isso ocorreu em média após a terceira sessão para cada um dos três testes de mediação da força.

Os testes de medição de força e de velocidade foram realizados em piscinas com metragens e condições mínimas estipuladas para realização de competições oficiais estabelecidas pela Federação Internacional de Natação Amadora (FINA). A temperatura foi controlada e permaneceu em torno de 26-27°C durante todo o período experimental. Sabendo das discrepâncias de desempenhos em diferentes horários do dia, os testes e a familiarização foram realizados entre as 17 e 18 horas como sugerido por Baxter e Reily (1983) para todos os nadadores.

Foi adotado para todos os testes um aquecimento geral de 10 minutos composto de exercícios leves de flexibilidade para os membros inferiores e superiores combinados com movimentação ativa de flexão, extensão e circundução dos membros inferiores e superiores. Após este período os nadadores executaram um aquecimento específico na água contendo cinco repetições de 200 metros no nado *crawl* com 15 segundos de intervalo entre repetições, num esforço subjetivo em torno de 55-65% da capacidade máxima do nadador para aquela distância. Os testes de velocidade e força propulsora tiveram início cinco minutos após o aquecimento específico.

Os testes foram conduzidos por avaliadores/treinadores que possuem experiência de mais de 15 anos em natação competitiva

4.2.1. Mensuração das variáveis da força propulsora

A mensuração da força propulsora foi dividida em dois momentos: testes com 10 segundos de duração (força propulsora máxima no nado completo (FPM10), força propulsora máxima de braços (FPMb10) e força propulsora máxima de pernas (FPMp10) e testes com 25 segundos de duração (força propulsora máxima no nado completo (FPM25), e a força propulsora média no nado completo (FPm25). Para estes testes foi utilizado um dinamômetro digital (Modelo DD-300, Instrutherm, São

Paulo, Brasil) acoplado a uma estrutura de aço carbono. Esta estrutura, especialmente desenvolvida para o teste, possui resistência mecânica a tração igual a 3433N para o apoio e suporte na baliza.

Os nadadores vestiram um cinto preso à cintura pélvica e iniciaram os respectivos nados com frequência de braçadas escolhidas voluntariamente pelos mesmos. Após a estabilização do nadador na posição horizontal, o que ocorreu entre o segundo e o quarto ciclo de braçadas aproximadamente, um sinal sonoro (apito) foi enviado para que o nadador aplicasse o máximo esforço possível durante 10 ou 25 segundos. O padrão respiratório foi escolhido de maneira livre pelos nadadores.

O protocolo utilizado na mensuração da força propulsora foi o recomendado por Marinho (2002). Em cada situação FPM10, FPMb10, FPMp10, FPM25 e FPM25 os nadadores vestiram um cinto de nylon que foi preso à cintura pélvica e iniciaram os respectivos nados com frequência de braçadas e pernadas escolhidas individualmente pelos mesmos. O procedimento de esforço máximo em 10 segundos no NA foi adotado, pois o tempo médio para aquisição da FPM ocorre em torno do oitavo segundo (PLATONOV, 2005). Já o tempo de 25 segundos pelo fato de representar um valor médio de duração que atende o tempo dos 4 estilos em provas de 50 metros.

Os dados foram coletados após o primeiro segundo de esforço máximo. Este procedimento teve como objetivo minimizar os efeitos inerciais sofridos pelo cabo, que poderiam superestimar os resultados da FPM como um todo (MOUROÇO et al., 2011).

Cada nadador participou de três tentativas máximas para a FPM10, FPMb10 e FPMp10 e duas para FPM25 e FPM25 com um intervalo de aproximadamente dois minutos entre elas em recuperação passiva e de 48 horas entre cada teste das variáveis de mensuração de força. O dinamômetro e o cronômetro foram acionados simultaneamente através da utilização de um software específico (DynaView Standard/Pro versão 2.7.1, Filizola Ltda, São Paulo, Brasil). O melhor resultado das tentativas nos testes de foi utilizado para a análise estatística.

4.2.1.1. Mensuração da FPMb

Para medição da FPMb o nadador seguiu o procedimento de maneira idêntica ao FPM porém utilizou um cinto específico preso ao tornozelo e uma prancha presa entre as pernas na altura da pélvis com dimensões de 20x40 cm para estabilização do corpo. Após a estabilização do nadador na posição horizontal, o que ocorreu entre o segundo e o quarto ciclo de braçadas aproximadamente, um sinal sonoro (apito) foi enviado para que o nadador aplicasse o máximo esforço possível durante 10 segundos.

Tanto o cinto acoplado no tornozelo quanto as pranchas não interferiram na execução de nenhum dos quatro nados. O cinto acoplado no tornozelo também não permitiu a execução das pernadas pelos nadadores (Figura 4).

Figura 4 - Ilustração da mensuração da força propulsora máxima de braços

4.2.1.2. Mensuração da FPMp

Para medição da FPMp o nadador segurou com as mãos uma prancha de EVA com as dimensões de 20x40cm para auxiliar na estabilização do tronco (Figura 5). O padrão respiratório foi escolhido individualmente pelos nadadores. Após a estabilização do nadador na posição horizontal, o que ocorreu entre o segundo e o quarto ciclo de braçadas aproximadamente, um sinal sonoro (apito) foi enviado para que o nadador aplicasse o máximo esforço possível durante 10 segundos.

Figura 5 - Ilustração da mensuração da força propulsora máxima de pernas

4.2.2. Testes de velocidade de 15 metros (V15)

A velocidade dos nadadores em deslocamento de 15 metros para cada nado foi mensurada com o teste proposto por Brito e Figueiredo (1998). Neste teste, o nadador teve de atingir a velocidade máxima em três tentativas com intervalo passivo de dois minutos entre elas. A distância total em cada tentativa foi equivalente a 25 metros; no entanto, somente o tempo referente aos 15 metros intermediários foi cronometrado. Os sete metros iniciais e os três metros finais não foram considerados (Figura 6). Essa medida foi adotada a fim de não haver interferência do impulso da parede na velocidade do nado. A distância dos 15 metros intermediários foi demarcada por dois cones plásticos situados na borda lateral da piscina. Os nadadores foram orientados a não realizarem natação submersa nos sete metros iniciais a fim de não interferir na velocidade.

Figura 6 – Ilustração do teste de velocidade de 15 metros (adaptado de Marinho, 2002).

A mensuração do tempo (início da cronometragem) teve seu início a partir do momento em que a cabeça dos nadadores ultrapassou a linha do primeiro cone e se encerrou (término da cronometragem) quando a cabeça ultrapassou a linha do segundo cone. Foram utilizados dois cronômetros da marca *Acusplit Eagle 602* (*Acusplit, Plantation, FL*) para aferição do tempo de 15 metros.

Os cronometristas acompanharam os nadadores desde o momento que a cabeça ultrapassou o primeiro cone até a ultrapassagem do segundo cone. O tempo final considerado foi a média dos dois cronometristas. Em adição, o tempo dos nadadores na prova de 50 metros, nos seus respectivos estilos, foi utilizada para verificar o desempenho obtido em campeonatos oficiais. Os tempos oficiais foram obtidos pela anotação no site oficial da Federação Aquática Paulista (www.aquaticapaulista.org.br) nos Campeonatos Paulistas de Inverno de cada categoria respectiva.

Tanto no teste V15 quanto no V50, o tempo obtido foi utilizado para o cálculo da velocidade de deslocamento expresso em metros/segundo. O maior valor das três tentativas foi utilizado para análise estatística.

4.3. Análise Estatística

Inicialmente realizou-se uma análise exploratória dos dados e observou-se a normalidade por meio do teste de Shapiro-Wilk. As variáveis são apresentadas com estatística descritiva (média e desvio padrão). Utilizou-se a ANOVA one-way para verificar as possíveis diferenças entre os estilos competitivos (*crawl*, peito, costas e borboleta) para a força propulsora e a velocidade de nado. Quando valores significantes de F foram obtidos, utilizou-se o post hoc de Bonferroni para comparações múltiplas. A relação entre a velocidade e a força propulsora foi verificada com a utilização do coeficiente de correlação de Pearson. Para investigar a contribuição da força propulsora para a velocidade do nado de maneira multivariada, realizou-se a análise de regressão linear (Stepwise) considerando-se o V50 como variável dependente. O nível de significância estabelecido foi de $p < 0,05$.

5. RESULTADOS

Na Tabela 4 estão apresentados os valores médios e desvio padrão para a V15 e V50 de acordo com o estilo de nado.

Tabela 4 - Velocidade (m/s) em 15 e 50 metros (média $\pm$ desvio padrão) nos quatro estilos competitivos da natação.

Estilos	V15	V50
Borboleta (n=9)	1,77 $\pm$ 0,1 ^{*,***}	1,88 $\pm$ 0,1
Costas (n=7)	1,63 $\pm$ 0,0 ^{*,***,****}	1,79 $\pm$ 0,1 ^{****}
Peito (n=9)	1,50 $\pm$ 0,1 ^{*,***,****}	1,73 $\pm$ 0,1 ^{****}
Crawl (n=12)	1,84 $\pm$ 0,1 ^{**,****}	2,02 $\pm$ 0,7 ^{**,****}

V15 = velocidade de 15 metros, V50 = velocidade de 50 metros

*, representam diferenças significativas entre os estilos competitivos, sendo * para borboleta, ** para costas, *** para peito e **** para *crawl* (p<0,05)

Observou-se diferença significativa na V15 e na V50 para o estilo *crawl* perante o peito e o costas. O estilo *crawl* apresentou os maiores valores de velocidade seguido pelo borboleta, costas e peito. Na V15 os estilos costas e peitos apresentaram diferença significativa (menores valores) em comparação com os demais estilos, diferentemente da V50 que apresentou apenas diferenças no estilo *crawl*.

Na Tabela 5 são apresentados os valores de força propulsora para a FPM, FPM25 e FPm25.

Tabela 5 - Força propulsora (Kgf) nas condições FPM, FPM25 e FPm25 (média $\pm$ desvio padrão) nos quatro estilos competitivos da natação

Estilos	FPM10	FPM25	FPm25
Borboleta (n=9)	24,6 $\pm$ 4,6	22,9 $\pm$ 3,9	13,0 $\pm$ 3,4 ^{***}
Costas (n=7)	21,2 $\pm$ 6,0 ^{***}	19,6 $\pm$ 4,8 ^{***}	13,4 $\pm$ 2,1 ^{***}
Peito (n=9)	29,2 $\pm$ 6,3 ^{**,****}	26,9 $\pm$ 4,9 ^{**,****}	18,0 $\pm$ 3,5 ^{**,****}
Crawl (n=12)	20,5 $\pm$ 3,9 ^{***}	18,5 $\pm$ 2,9 ^{***}	12,2 $\pm$ 2,1 ^{***}

FPM10 = força propulsora máxima em 10 segundos no nado completo, FPM25 = força propulsora máxima em 25 segundos, FPm25 = força propulsiva média em 25 segundos

*, representam diferenças significativas entre os estilos competitivos, sendo * para borboleta, ** para costas, *** para peito e **** para *crawl* (p<0,05)

Observou-se diferenças significantes entre a FPM10 e a FPM25 no estilo peito com relação ao *crawl* e costas. O estilo peito também foi significativamente superior aos outros três estilos para a FPM25.

A Tabela 6 apresenta aos valores de força propulsora mensurada por segmentos corporais nos quatro estilos.

Tabela 6 - Força propulsora (Kgf) nas condições FPMb10 e FPMp10 (média $\pm$ desvio padrão) nos quatro estilos competitivos da natação

Estilos	FPMb10	FPMp10
Borboleta (n=9)	17,7 $\pm$ 3,7****	11,9 $\pm$ 2,4***,****
Costas (n=7)	15,8 $\pm$ 3,3	10,3 $\pm$ 2,9***
Peito (n=9)	17,2 $\pm$ 3,0	17,4 $\pm$ 3,4***,****
Crawl (n=12)	13,6 $\pm$ 2,9*	8,1 $\pm$ 2,3*,***

FPMb10 = força propulsora máxima de braços em 10 segundos, FPMp10 = força propulsora máxima de pernas em 10 segundos

*, representam diferenças significativas entre os estilos competitivos, sendo * para borboleta, ** para costas, *** para peito e **** para *crawl* ($p < 0,05$)

O estilo borboleta foi significativamente superior ao *crawl* na FPMb. Já na FPMp o estilo peito foi superior aos outros três estilos e o borboleta significativamente superior ao *crawl*.

Na Tabela 7 estão os valores de correlação entre as variáveis da força propulsora e a velocidade nos quatro nados.

Tabela 7 - Valores de correlação (r de Pearson) entre as variáveis da força propulsora e velocidade nos quatro nados competitivos

	Borboleta (n=9)		Costas (n=7)		Peito (n=9)		Crawl (n=12)	
	V15	V50	V15	V50	V15	V50	V15	V50
FPM10	-0,35	0,18	0,75*	0,82*	-0,69*	-0,61	0,85**	0,87**
FPMb10	0,04	-0,22	0,45	0,57	-0,11	-0,19	0,57	0,71*
FPMp10	-0,18	-0,03	0,79*	0,50	-0,49	-0,26	0,73*	0,77*
FPM25	-0,57	0,41	0,68	0,79*	-0,75*	-0,76*	0,83*	0,85**
FPM25	-0,61	0,73*	0,73	0,97**	-0,67	-0,79*	0,62*	0,69*

FPM10 = força propulsora máxima em 10 segundos; FPMb10 = força propulsora máxima de braço, FPMp10 = força propulsora máxima de perna, FPM25 = força propulsora máxima em 25 segundos, FPM25 = força propulsora média em 25 segundos, V15 = velocidade de nado para 15 metros, V50 = velocidade de nado para 50 metros

*correlação estatisticamente significativa para $p < 0,05$ e ** $p < 0,01$

O estilo *crawl* apresentou correlação significativa entre a velocidade de nado na maioria das variáveis da força propulsora com exceção da FPMb10. Na V50, o estilo costas apresentou correlação positiva significativa para FPM10, FPM 25 e FPM25; contudo, ao observarmos braços e pernas separadamente somente a FPMp10 apresentou correlação significativa. No estilo peito correlações significativas e negativas foram observadas para as variáveis FPM10, FPM25 e FPM25. O estilo borboleta apresentou correlação significativa entre FPM25 e a V50. As maiores correlações foram apresentadas nos estilos alternados (*crawl* e costas).

A Tabela 8 apresenta os resultados da regressão linear, considerando-se a variável V50 como dependente.

Tabela 8 - Regressão linear considerando a variável V50 como dependente.

	Modelo	B	Erro padrão	<i>p</i>	R ajustado	R
Borboleta (n=9)	(Constant)	1,678	0,072	0,023	0,479	0,738
	FPM25m	0,016	0,005			
Costas (n=7)	(Constant)	0,923	0,091	0,000	0,975	0,940
	FPM25m	0,065	0,007			
Peito (n=9)	(Constant)	2,340	0,183	0,000	0,594	0,807
	FPM25	-0,023	0,007			
<i>Crawl</i> (n=12)	(Constant)	1,404	0,113	0,000	0,730	0,868
	FPM10	0,030	0,005			

6. DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi mensurar e comparar a força propulsora e o desempenho de velocidade nos quatro estilos competitivos e verificar a relação entre elas durante o nado completo, o nado somente de pernas e o nado somente de braços em nadadores competitivos do sexo masculino.

Os principais achados do estudo são: 1- que a força propulsora se correlacionou com os quatro estilos competitivos na natação, 2 - que a força propulsora de pernas se correlacionou com a velocidade nos estilos costas e *crawl*, 3 - que a força propulsora de braços se correlacionou com a velocidade no estilo *crawl* e 4 - que o estilo peito se correlacionou de maneira moderada e negativamente com a força propulsora.

Na literatura é possível encontrar vários estudos que investigaram a relação entre a força propulsora e a velocidade do nado no estilo *crawl* (CASTRO; OLIVEIRA; MORÉ, MOTA, 2010; COSTILL et al., 1980; DOPSAJ et al., 2002; MARINHO; GOMES, 1999; MARINHO, 2002 MARINHO; ANDRIES JÚNIOR., 2004; SIDNEY; PELAYO; ROBERT, 1996; SEIFERT; TOUSSAINT; ALBERTY, SHNITZLER; CHOLLET, 2010;). Embora os outros estilos competitivos já tenham sido estudados anteriormente (MOROUÇO et al., 2008, 2011, YEATER et al., 1981) nenhuma atenção foi dada ao desempenho envolvendo membros superiores e inferiores.

Os achados do presente foram semelhantes aos de Yeater et al. (1981), Morouço et al. (2011a) e D'Acquisto e Costill (1998) os quais observaram que os maiores valores de velocidades são encontradas, respectivamente, para o os nados *crawl*, borboleta, costas e peito.

O nado *crawl* (braçadas e pernadas alternadas) permite pouca variação intra-cíclica em seus movimentos, o que lhe garante atingir uma maior velocidade de nado. Em contrapartida, a menor velocidade no estilo peito está relacionada às maiores variações intra-cíclicas dentre todos os estilos e também por se tratar de um estilo de caráter simultâneo (BARBOSA; LIMA; MEJIAS; COSTA; MARINHO; GARRIDO; SILVA; BRAGADA, 2009; BARBOSA et al., 2010; CRAIG; SKEHAN; PAWELCZYR; BOOMER, 1985; MAGEL, 1970;; MOROUÇO et al., 2011c). Assim, os valores de velocidade nos 50 metros foram maiores no presente estudo no *crawl* seguido do costas, peito e borboleta ($2,0\pm0,7$; $1,80\pm0,1$; $1,70\pm0,1$ e $1,90\pm0,1$ m/s,

respectivamente). Em estudo similar, Morouço et al. (2011a) encontraram resultados semelhantes; porém, os valores de V50 foram menores do que o do presente estudo ($1,92\pm0,1$; $1,71\pm0,2$; $1,58\pm0,4$ e $1,81\pm0,3$ m/s para *crawl*, borboleta, costas e peito, respectivamente).

Ao analisar os resultados do presente estudo para o *crawl* no V50 ($2,00\pm0,7$ m/s) nota-se similaridades com Dopsaj et al. (2002) $1,95\pm0,7$ m/s, Marinho e Gomes (1999) $1,90\pm0,4$ m/s, Morouço et al. (2011a) $1,92\pm0,4$ m/s e maiores diferenças com Moré (2008) $1,83\pm0,1$ m/s, Morouço et al. (2011b) $1,87\pm0,3$ m/s e Morouço et al. (2011c) e Morouço et al. (2011c) $1,69\pm0,5$ m/s.

No estilo peito o presente estudo encontrou V50 de $1,70\pm0,1$ m/s, similar a Barbosa et al. (2010) $1,72\pm0,2$ m/s e maior que Morouço et al. (2011a) $1,58\pm0,4$ m/s.

Já no borboleta a V50 foi de $1,9 \pm 0,1$ m/s enquanto Papoti et al. (2007) encontraram $1,76 \pm 0,3$ m/s e no estilo costas Morouço et al. (2011a) encontraram V50 de $1,71\pm0,1$ e neste estudo a V50 foi de $1,80\pm0,1$ m/s.

Esses resultados contrariam os estudos que afirmaram que quanto menor a distância percorrida maior será a velocidade (MAGLISCHO, 1999, 2003, 2010; SMITH et al., 2002). Contudo, cabe ressaltar que a V15 foi aferida sem interferência das saídas dos blocos de partida e viradas, caso esse que não ocorreu no V50, pois os tempos foram obtidos pela anotação da prova nadada por completo em piscina de 25 metros. Embora os valores de velocidade terem sido diferentes, a V15 do presente estudo foi de $1,80\pm0,1$ m/s, similar a de Marinho (2002) que encontrou $1,81\pm0,06$ m/s para o mesmo protocolo de medida de velocidade.

Essas diferenças nos quatro estilos, mesmo que pequenas, podem estar atribuídas às características da amostra e principalmente da metragem da piscina, haja visto que no presente estudo a V50 foi calculada em uma piscina de 25 metros e os estudos em questão numa piscina de 50 metros de comprimento. Deve ser lembrado que a V50 foi obtida em condições de competição, ou seja, na situação real, enquanto a maioria foi em condições experimentais. Além disso, diferentes protocolos de medição da velocidade e nível dos praticantes podem ser fatores que interferiram na diferença dos resultados.

Para os valores de força propulsora, o desempenho é diferente sendo o nado peito o estilo com os maiores níveis de força seguido pelo borboleta, costas e *crawl*. A FPM10 apresentou valores maiores para o peito, borboleta costas e *crawl* ($29,2\pm6,3$; $24,6\pm4,6$; $21,2\pm6,0$ e $20,5\pm3,9$ Kgf, respectivamente). Esse

comportamento foi semelhante para FPM25 ($26,9 \pm 4,9$; $22,9 \pm 3,9$; $19,6 \pm 4,8$ e $18,5 \pm 2,9$, respectivamente) e FMPp10 ($17,4 \pm 3,4$; $11,9 \pm 2,4$; $10,3 \pm 2,9$ e $8,1 \pm 2,3$, respectivamente). Para a FPMb10, o nado borboleta apresentou o maior valor com o peito em segundo lugar seguido pelo costas e crawl ($17,7 \pm 3,7$; $17,2 \pm 3,0$; $15,8 \pm 3,3$ e $13,6 \pm 2,9$, respectivamente).

As características simultâneas do peito e do borboleta permitem maiores valores de força propulsora em comparação ao estilo executados de maneira alternada. Mesmo assim, essa sequência de manifestação de força em relação aos estilos corrobora os achados de Cancela e Farto (2002), Magel (1970), Morouço et al. (2011a) e Yeater et al. (1981).

Os valores obtidos para FPM10 e FPM25 nos quatro estilos no presente estudo foram menores quando comparados ao descrito por Morouço et al. (2011) e maiores com relação à Cancela e Ramirez et al. (2002). O fato de maiores valores de força serem encontrados no estilo peito se deve ao fato da característica do próprio quando comparada aos outros três estilos, o que permite maior solicitação das pernas (MAGLISCHO, 2003). Entretanto, como mencionado anteriormente, este nado tem a maior variação intra-cíclica dos quatro e a mesma faz com que o cabo preso ao cinto no NA diminua sua tensão até valores próximos de zero entre os ciclos de nado e logo após o mesmo receba uma tração significativa advinda do estilo em questão, o que aumenta de maneira significativa a expressão da FPM. Próximos estudos devem dar atenção a resolver essa limitação de procedimento (MOROUÇO et al., 2011a).

O mesmo ocorreu com o nado borboleta. As ações simultâneas de braços e pernas combinadas também possibilitam a esse estilo a execução de movimentos potentes, mesmo com variação intra-cíclica significativa.

Ao se analisar o comportamento da FPM25, o estilo peito ($18 \pm 3,5$) foi soberano ao *crawl*, costas e borboleta ($12,2 \pm 2,1$; $13,4 \pm 2,1$ e $13,0 \pm 3,4$, respectivamente). Interessante notar que o estilo borboleta não permite ao nadador manter uma média de força maior que o estilo costas, que é alternado e ficou muito próximo ao do *crawl*. Isso se deve ao fato de que o borboleta despende muita energia e manter a força por muito tempo é um fenômeno mais complexo do que os estilos *crawl* e costas (PAPOTI et al., 2007; MOROUÇO et al., 2011c).

A correlação das variáveis da força propulsora com a V15 e V50 foram de moderadas à forte ($r = 0,62$ à $0,87$) no estilo *crawl* em todas as variáveis com

exceção da FPMb10. Marinho (2002) encontrou alta correlação para V15 em nadadores do estilo crawl de nível nacional ($r=0,86$). Já é bem reportada na literatura altas correlações (entre $r=0,79$ à $0,96$) entre a força propulsora no *crawl* e a V50 (COSTILL et al., 1983; DOPSAJ et al., 2002; MOROUÇO et al., 2008; MOROUÇO et al., 2011a,b,c; PESSOA FILHO; MONTEIRO, 2008).

A FPM25 foi altamente correlacionada para os estilos costas e borboleta na V50 ($r= 0,97$ e $0,73$, respectivamente). Esses achados provavelmente estão relacionados ao fato da velocidade em competições realizadas em piscina de 25 metros, o caso do presente estudo, ter alta correlação com a produção de força porque nesse caso os nadadores se utilizam em grande escala do nado submerso ondulado (SANTOS JÚNIOR et al., 2011) o que permite maior produção de velocidade. Já a V50 no nado costas se correlacionou de forma significativa com a FPM10, FPM25 e FPM25 ($r= 0,82$, $0,79$ e $0,97$, respectivamente) e para a V15 com a FPM e FPMp10 ($r= 0,75$ e $0,79$, respectivamente) concluindo assim que a capacidade que um nadador tem de manifestar força propulsora máxima de nado e principalmente de pernas é condição indispensável para o desempenho da velocidade.

No nado peito correlações moderadas negativas foram verificadas da V50 com a FPM25 e FPM25 ($r= -0,76$ e $-0,79$, respectivamente). Além disso, a V15 também se correlacionou de maneira moderada negativa com a FPM e FPM25 ($r=-0,69$ e $-0,75$, respectivamente). Tais resultados não estão de acordo com Barbosa et al. (2010) que encontraram correlação forte positiva ($r= 0,82$) entre a força medida no NA em 30 segundos e a velocidade em 50 metros no estilo peito. Essa discordância pode ser atribuída às diferenças de idade e nível técnico no grupo avaliado, onde no presente estudo a idade média foi de 17,3 e no de Barbosa et al., (2010) de 22,2 anos, sugerindo que nadadores de elite mais velhos, além de serem mais fortes, são mais proficientes tecnicamente, ou seja, a velocidade nesse estilo ainda seria dependente de uma boa técnica de nado, principalmente por ser o estilo com maior produção de arrasto (MAGLISCHO, 1999, 2003).

A Tabela 5 apresenta a regressão linear, considerando a variável V50 como dependente, para melhor explicar quais variáveis da força propulsora são mais determinantes na velocidade. Nos estilos borboleta e costas a FPM25 foi a variável que mais teve influência. No estilo peito, foi a FPM25 e no crawl a FPM10. Desta forma pode-se afirmar que, principalmente em piscina de 25 metros, a capacidade

de manutenção força tem papel determinante na velocidade do borboleta e do costas, enquanto que a capacidade de produzir força máxima durante 25 segundos é mais relevante no peito e por fim a capacidade produzir força máxima em 10 segundos contribui mais na V50 para o *crawl*.

No presente estudo a regressão linear foi utilizada a fim de entender qual variável da força propulsora poderia melhor se relacionar com desempenho no V15 e V50. Em nenhum dos quatro estilos nem as braçadas e as pernadas foram consideradas como variáveis principais que pudessem ser associadas ao desempenho ($p>0,05$). Esses achados estão de acordo com Morouço et. al. (2011c) e Konstantaki e Winter (2007) os quais estudaram o estilo *crawl*. Os autores afirmam que existe uma contribuição das pernadas e da braçada obviamente para a velocidade, porém elas por si só não se constituem no fator mais determinante para o desempenho da mesma, ou seja, em nenhum estilo de nado existe predominância a mais para as pernadas ou braçadas.

7. CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo demonstraram que a força propulsora medida no nado completo influencia mais a velocidade do que quando a mesma é avaliada com apenas membros inferiores e superiores para os quatro estilos competitivos na natação. Além disso, a capacidade em produzir força com as pernas foi determinante na velocidade dos estilos costas e *crawl*. O *crawl* ainda foi o único obter relação significativa com a força dos braços. Esses resultados podem contribuir na melhor elaboração de programas de treinamento de força para nadadores principalmente na divisão por segmentos corporais. Os achados do presente estudos nos quatro estilos também favorecem a uma reflexão e melhor elaboração sobre modelos de treinamento de força distintos para as necessidades de cada estilo. Assim, os estilos borboleta e costas devem receber atenção similar nos programas de desenvolvimento de força para membros inferiores, o estilo peito deve ter maior ênfase no desenvolvimento da força nas pernadas do que todos os outros três. E o *crawl* com maior ênfase para a o desenvolvimento da força das braçadas do que os outros três estilos competitivos. Pode-se concluir que a força continua sendo um ótimo preditor do desempenho em distâncias curtas nos quatro estilos competitivos.

REFERÊNCIAS

ADAMS, T. A.; MARTIN, B.; YEATER, R.; GILSON, K. Tethered force and velocity relationships. **Swimming Technique**. Sedona. v. 20, p. 21-26, 1983.

BARBOSA, A. C.; ANDRIES JUNIOR, O. Efeito do treinamento de força no desempenho da natação. *Revista Brasileira de Educação Física e Esportes*, São Paulo, v.20, n.2, p.141-50, abr./jun. 2006.

BARBOSA, A. C. Respostas agudas de parâmetros biomecânicos à utilização de diferentes tamanhos de palmar no nado *crawl*. **Tese de doutorado apresentada a Universidade Estadual de Campinas**, Campinas, 2010.

BARBOSA, A.; DOPSAJ, M.; OKICIC, T.; ANDRIES JÚNIOR, O. The Usefulness of the Fully Tethered Swimming for 50-m Breaststroke Performance Prediction. **XIth International Symposium Biomechanics and Medicine in Swimming**, Oslo, 2010.

BARBOSA, A. C.; ANDRADE, R. M.; MOREIRA, A.; SERRÃO, J. C.; ANDRIES JÚNIOR, O. Reprodutibilidade da curva força-tempo do estilo “Crawl” em protocolo de curta duração. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 37-45, jan/mar, 2012.

BARBOSA, T. M.; LIMA, V.; MEJIAS, E.; COSTA, M. J.; MARINHO, D. A.; GARRIDO, N.; SILVA, A. J.; BRAGADA, J. A. A eficiência propulsiva e a performance em nadadores não experts. **Motricidade**, Fundação Técnica e Científica do Desporto, Portugal, v. 5, n. 4, p. 27-43, 2009.

BARBOSA, T. M.; BRAGADA, J. A.; REIS, V. M.; MARINHO, D. A.; CARVALHO, C.; SILVA, A. J. Energetics and biomechanics as determining factors of swimming performance: Updating the state of the art **Journal of Science and Medicine in Sport**. Portugal, v. 13, p. 262–269, 2010.

BIXLER, B. S. Resistência e propulsão. In: STAGER, J. M.; TANNER, D. A. **Natação – Manual de Medicina e Ciência do Esporte**. Barueri: Manole. (2. ed.), p. 69-119, 2008.

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

BULGAKOVA N. J. **Natação: seleção de talentos e treinamento a longo prazo**. Rio de Janeiro: Grupo Palestra Sport. 2000.

CANCELA J. M.; FARTO, E. F. Análisis de os parâmetros de fuerza de desplazamiento em nadadores as brasileiros de edad comprendidas entre los 13 y 23 años. NSW, v 5, p. 42-9, 2002 In; FARTO, E. R. **Treinamento de Natação Competitiva; Uma Abordagem Metodológica**, São Paulo, 2010.

CASTRO, F. A. S.; OLIVEIRA, T. S.; MORÉ, F. C.; MOTA, C. B. Relações entre desempenho em 200 m nado crawl e variáveis cinéticas do teste de nado estacionário. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, Campinas, v. 31, n. 3, p. 161-76, 2010.

COUNSILMAN, J. E. **Competitive Swimming Manual for Coaches and Swimmers**, Indiana, 1977.

COSTILL, D. L.; SHARP, R.; TROUP, J. Muscle strenght: contributions to sprint swimming. **Swimming World**, v. 21, p. 29- 34. 1980.

COSTIL, D. L.; KING, D. S.; HOLDREN, A.; HARGREAVES, M. Swimming speed vs. swimming power. **Swimming Technique**. v. 20, p. 20-22, 1983.

COSTILL, D. L. Natacion, aspectos biológicos y mecânicos. **Técnica y entrenaminento, tests, controles y aspectos médicos**. Barcelona; Hispano-Europa, 2001

CRAIG, A. B.; SKEHAN, P. L.; PAWELCZYW, J. A.; BOOMER, W. L. Velocity, stroke rate, and distance per stroke during elite swimming competition. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 17, n. 6, p. 625-634, 1985.

D'ACQUISTO, L. J.; COSTILL, D. L. Relationship between intracyclic linear body velocity fluctuations, power, and sprint breaststroke performance. **Journal of Swimming Research**, v. 13, p. 8–14, 1998.

DESCHODT V, L. L. M.; ARSAC, A. H.; ROUARD, A. Relative contribution of arms and legs in humans to propulsion in 25-m sprint front-crawl swimming. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology, Santé**, v. 80, n. 3, p. 192-199, 1999.

DOPSAJ, M. J.; MATKOVIC, I.; ZDRAVKOVIC, I. P. The relationship between 50 m – freestyle results and characteristics of tethered forces in male sprint 85 swimmers: a new approach to tethered swimming test. **IX World Symposium Biomechanics and Medicine in Swimming**, Saint-Etienne, France 2002.

FARTO, E. R. **Treinamento de natação competitiva; uma abordagem metodológica**. São Paulo, 2010.

FOMITCHENKO, T. G. Relationship between sprint speed and power capacity in different groups of swimmers. In Keskinen, K., Komi, P. & Hollander, A. (eds.) **Biomechanics and Medicine in Swimming VIII**. Jyväskylä, Department of Biology of Physical Activity, University of Jyväskylä, Finland. p. 209-211, 1999.

GERGLEY, T. J.; MCARDLE, W. D.; DEJESUS, P.; TONER, M. M.; JACOBOWITZ, J.; SPINA, R. J. Specificity of arm training on aerobic power during swimming and running. **Medicine Science in Sports Exercise**, v.16. n.4, p. 349-54, 1984.

GIROLD, S.; CALMELS, P.; MAURIN, D.; MILHAU, N.; CHATARD, J. C. Assisted and resisted sprint training in swimming. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Saint-Etienne, v. 20, n. 3, p. 547-554, 2006.

HAVRILUK, R. Performance Level Differences in Swimming: Relative Contributions of Strength and Technique. **XIth International Symposium Biomechanics and Medicine in Swimming**, Oslo, 2010.

HOLLANDER, A. P.; GROOT, G. D. E.; INGEN, S.; TOUSSAINT, H. M.; PEETERS, W.; MEULEMANS, A.; SCHREURS, A. W. Measurement of active drag forces during swimming. **Journal of Sports and Science** v. 4, p. 21-30, 1986.

HOPPER, R. T.; HADLEY, C.; PIVA, M.; BAMBAUER, B. Measurement of power delivered to an external weight. In A.P. Hollander, P.A. Huijing, & G. Groot (Eds.), **Biomechanics and Medicine in Swimming IV**, Champaign, p. 113–119, 1983.

HOOPER, S. L.; MCKINNON, L. T.; HOWARD A. Effects of three tapering techniques, on the performances, force and psychometrics measures of competitive swimmers. **European Journal of Applied. Physiologic. Occupational Physiologic**. Brisbane, v. 78, n. 3, p. 258-263, 1998.

HSU, T.; HSU, K.; HSIEH, S. The effects of shoulder isokinetic strength training on speed and propulsive forces in front crawl swim. **Medicine Science in Sports and Exercise**. v. 29, n. 5, suppl. 7, p. 13, 1997.

KESKINEN K. L.; KOMI, P. V. Intracycle variation in force, velocity and power as a measure of technique performance during front crawl swimming. In Bouisset, S.; Métral, S.; Monod, H. (Eds.). **Abstract XIVth ISB Congress of Biomechanics**; p. 676-677, 1993.

KESKINEN, K. L. Measurement of technique in front crawl swimming. **Medicine Sport Science**, v. 39, p. 117-125, 1994.

KONSTANTAKI, M.; WINTER E. M. The Effectiveness of a Leg-Kicking Training Program on Performance and Physiological Measures of Competitive Swimmer. **International Journal of Sports Science and Coaching**, v. 2, n. 1, p. 37-48, 2007

MAGEL, J.R. Propelling force measured during tethered swimming in the four competitive swimming styles. **Research Quarterly**, v. 41, n. 1, p. 68-74, 1970.

MAGLISCHO, C. W.; MAGLISCHO, E. W. Tethered and nontethered crawl swimming. In: J. Terauds; K. Barthels; E. Kreighbaum; R. Mann; J. Crakes; C.A.D. Mar (Eds.), **Proceedings of the ISBS: sports biomechanics**, p.163-176, 1984.

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

MAGLISCHO, E. W. **Swimming fastest: the essencial reference on technique, training and program design**. Human Kinetics, 2003.

MAGLISCHO, E. W. **Nadando o mais rápido ainda**. Editora Manole, São Paulo, 2010.

MARINHO, P. C.; GOMES, A. C. Diagnóstico dos níveis de força especial em nadadores e sua influência no resultado desportivo; **Treinamento Desportivo**, v. 4, n. 2, p. 41 a 47, 1999.

MARINHO, P. C. 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**, Campinas, 2002.

MARINHO, P. C.; ANDRIES JR. O. O. Análise comparativa da força especial de nadadores de alto rendimento especializados nas distâncias de 100 e 200 metros crawl. In: **Anais congresso de ciências do esporte**, UNICAMP/FEF, Anais, Campinas, 2004.

MORÉ, F. C. Determinação da coordenação de nado por meio da análise cinética e cinemático do estilo *crawl*. **Dissertação de mestrado apresentada ao programa de pós graduação da universidade federal do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, 2008

MOROUÇO, P.; SOARES, S.; VILLAS-BOAS, J. P.; FERNANDES, R. Relationship between tethered swimming forces and front crawl and butterfly performances. **In: Annual Congress of the European College of Sports Science**, Proceeding Estoril: European College of Sports Science, V. 13, p.137, 2008.

MOROUÇO, P.; KESKINEN, K. L.; VILAS-BOAS, J. P.; FERNANDES, R. J.; Relationship Between Tethered Forces and the Four Swimming Techniques Performance **Journal of Applied Biomechanics**, v. 27, p. 161-169, 2011a.

MOROUÇO, P.; VILAS-BOAS, J. P.; FERNANDES, R. Swimming anaerobic evaluation through a 30 s tethered test. **Journal of Sports Science** 2011b

MOROUÇO, P.; NEIVA, L. H.; GONZÁLEZ-BADILLO, J. J.; GARRIDO N.; MARINHO, D. A.; MARQUES M. C. Associations Between Dry Land Strength and Power Measurements with Swimming Performance in Elite Athletes: a Pilot Study. **Journal of Human Kinetics** Special Issue, p. 105-112, 2011c.

OLBRECHT, J.; CLARYS, J. P. 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: Biomechanics and Medicine in Swimming**, Champaign, IL: Human Kinetics v. 14, p.137-141., 1983.

PAPOTI, M.; MARTINS, L.; CUNHA, S.; ZAGATTO, A.; GOBATO, C. Padronização de um protocolo específico para determinação da aptidão anaeróbia de nadadores utilizando células de carga. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**; Bauru, v. 3, n. 3, p. 36-42, 2003.

PAPOTI, M.; ZAGATTO, A. M.; FREITAS JÚNIOR, P. B.; CUNHA, S.; MARTINS, L. E. B.; GOBATTO, C. Utilização do intercepto-y na avaliação da aptidão anaeróbia e predição da performance de nadadores treinados. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Bauru, v. 11, n. 2, Mar/Abr, 2005

PAPOTI, M.; VITÓRIO, R.; VELOSA, A. B.; CUNHA, A. S.; RAMOS DA SILVA, A. S.; MARTINS, L. E. B.; GOBATTO, C. A. Uso de células de carga para mensuração da força dos membros inferiores em nado ondulatório Revista Portuguesa de Ciência do Desporto, v. 7, n. 3, p.1-14, 2007.

PESSOA FILHO, D. M.; MONTEIRO, L. H. Respostas da força muscular e da mecânica de nado a dois regimes de treinamentos com peso e sua influência sobre a velocidade no crawl. **Revista Brasileira de Biomecânica**, v. 9, n. 16, 2008.

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

SANTHIAGO, V. Avaliação aeróbia de nadadores através de protocolos invasivos e não invasivos em duas situações distintas: nado livre e nado atado. **Tese apresentada para obtenção do título de doutor pela Universidade Estadual Paulista**, Rio Claro, 2009.

SANTOS JUNIOR, J. M.; DIAS, J. A. B. S.; NOGUEIRA, M. D. G.R.; MANSOLDO, A. C. Nado submerso ondulatório: uma visão sobre o quinto nado. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v.19, n. 1, p. 100-107, 2011.

SEIFERT, L.; TOUSSANT, H. M.; ALBERTY M.; SCHNITZLER C.; CHOLLET, D.; Arm coordination, power, and swim efficiency in national and regional front crawl swimming. **Human Movement Science**, v. 29, p. 426-39, 2010.

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

SWEETENHAM, B.; ATKINSON, J. **Championship swim training**. Human Kinetics, Sidney, 2003.

SHARP, R.; TROUP, J.; COSTILL, D. Relationship between power sprint freestyle swimming. **Medicine Science in Sports and Exercise**. v. 14, p. 53-56, 1982.

SMITH, D.; NORRIS, S.; HOGG, J. Performance Evaluation of Swimmers. Scientific Tools. **Sports Medicine**; v. 32, n. 9, p. 539-554, 2002.

STRASS, D. Effects of maximal strength training on sprint performance of competitive swimmers. In B.E. UNGERRECHTS, K. WILKE & K. REISCHLE (eds.). International series on sports science: **Swimming Science**, v. 18, p. 149-156, 1986.

SWAINE, I. A.; DOYLE, G. Relationships between the mean arm-pulling and leg-kicking power output of semi-tethered and simulated front crawl swimming. In Keskinen, K., Komi, P. & Hollander, A. (eds.) **Biomechanics and Medicine in Swimming VIII**. Jyväskylä, Department of Biology of Physical Activity, University of Jyväskylä, Finland. p. 363-368, 1999.

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

TEIXEIRA, C. L.; FOMITCHENKO, T.G. Treinamento de força especial na natação. **Treinamento desportivo**, v. 2, n. 3, p. 101-104, 1998.

TRAPPE, S.; COSTILL, D.; THOMAS, R. Effects of swim taper whole muscle and single muscle contractile proprieties. **Medicine Science Sports Exercise** v.12, p. 48-56, 2001.

TOUSSAINT, M. H.; BEEK J. P. Biomechanics of Competitive Front Crawl Swimming. **Sports Medicine** v. 13, n. 1, p. 8-24, 1992.

TOUSSAINT, H. M.; HOLLANDER, P. A. Energetics of competitive swimming – implications for training programmes. **Sports Medicine**, v. 18, n. 6, p. 384-405, 1994.

VORONTOV, A. R.; RUMYANTSEV, V. A. Forças propulsivas na natação. In: ZATSIORSKY, V. M. **Biomecânica no esporte – Performance do desempenho e prevenção de lesão**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan,. p. 159-178 2004.

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

YOUNG, W.; LEAN, B.; ARDAGNA, J. Relationship between strength qualities and sprint performance. **Journal Sports Medicine Physical Fitness**, v. 35, p. 13-19, 1995.

Anexo 1: Questionário discriminante dos nadadores

Projeto de pesquisa: RELAÇÃO ENTRE A FORÇA PROPULSORA E A VELOCIDADE NOS QUATRO ESTILOS COMPETITIVOS DA NATAÇÃO

Pesquisador responsável Joel Moraes Santos Junior

**ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

Questionário discriminante dos nadadores

1. Nome_____

2. Data de
nascimento_____

3. Principal estilo
competitivo_____

4. Anos de
treinamento_____

5. Ranking estadual no principal estilo e prova de
competição_____

~~6. Ranking nacional no principal estilo e prova de
competição_____~~