



## **AGRADECIMENTOS**

A elaboração de uma tese de mestrado é mais um passo neste longo caminho académico, de formação pessoal e profissional, importando salientar que se realiza com auxílio de um conjunto de pessoas, que transmitiram importantes contribuições a todos os níveis para a conclusão desta tese, assim ao meu sincero agradecimento a todos estes.

Ao Prof. Dr. Hugo Louro, por toda a entrega, disponibilidade e incentivo na realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. António Silva, pela oportunidade e ambição.

Ao Prof. Dr. István Karsai, por todo o auxílio e colaboração na recolha e tratamento dos dados.

Ao Prof. Dr. António Moreira, pelos conselhos e ideias ao longo deste percurso.

À Ana Conceição e ao Telmo Matos, por toda colaboração e amizade demonstrada.

A todos os meus amigos e à Rita que em muito contribuíram para este resultado.

A todos os meus familiares, em especial aos meus pais.

## ÍNDICE GERAL

<b>ÍNDICE DE QUADROS.....</b>	<b>4</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS.....</b>	<b>7</b>
<b>LISTA DE SIMBOLOS.....</b>	<b>9</b>
<b>CAPITULO I: INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 Definição do problema de estudo .....</b>	<b>14</b>
<b>1.2 Objectivos do estudo .....</b>	<b>14</b>
<b>1.3 Limitações do estudo.....</b>	<b>15</b>
<b>CAPITULO II: REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>16</b>
<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>17</b>
<b>CAPITULO III: METODOLOGIA.....</b>	<b>31</b>
<b>1. Selecção da Amostra .....</b>	<b>32</b>
<b>1.1 Caracterização da Amostra .....</b>	<b>32</b>
<b>2. Condições de Execução .....</b>	<b>33</b>
<b>2.1 Procedimentos para Captação de Imagens .....</b>	<b>35</b>
<b>3. Apresentação dos resultados .....</b>	<b>37</b>
<b>4. Definição das variáveis de estudo e escalas de medida.....</b>	<b>38</b>
<b>4.1 Variáveis de Estudo .....</b>	<b>38</b>
<b>4.1.1 Variáveis Independentes .....</b>	<b>38</b>
<b>4.1.2 Variáveis Dependentes .....</b>	<b>38</b>
<b>5. Tratamento e análise estatística dos dados.....</b>	<b>39</b>
<b>CAPITULO IV: APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS .....</b>	<b>40</b>
<b>APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS .....</b>	<b>41</b>
<b>CAPITULO V: DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....</b>	<b>46</b>
<b>CAPITULO VII: CONCLUSÕES .....</b>	<b>49</b>
<b>CAPÍTULO VIII: RECOMENDAÇÕES FUTURAS.....</b>	<b>51</b>
<b>CAPITULO VIII: REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>53</b>
<b>CAPITULO VIII: ANEXOS .....</b>	<b>67</b>

## ÍNDICE DE QUADROS

**Quadro 1:** Principais métodos de determinação da força propulsiva em natação. (Adaptado de Vilas-Boas, 1993).

.....19

**Quadro 2:** Estudos realizados com sistemas de nado amarrado ou semi-amarrado.

.....23

**Quadro 3:** Características dos nadadores envolvidos no estudo de Cappaert *et al.*, (1995).

.....27

**Quadro 4:** Características dos trajectos propulsivos (Cappaert *et al.*, 1995).

.....28

**Quadro 5:** Caracterização da Amostra (N=8), Média, Desvio Padrão, e valores de cada Sujeito para as Variáveis Idade (anos), Altura (m), Peso (kg), Marca Pessoal aos 50m Livres (s).

.....31

**Quadro 6:** Valores da força média propulsiva (VMFP) (N - Newton) Média, Desvio Padrão Máximo nas seis condições de execução.

.....40

**Quadro 7:** Duração média das ações e segundos (s) nas seis frequências de execuções.

.....41

**Quadro 8:** Valores de força média (N - Newton) propulsiva em crol no membro dominante (VMFP), nas seis frequências de execução

.....41

**Quadro 9:** Valores absolutos de força propulsiva (N - Newton), em crol nas seis frequências de execução:

.....42

**Quadro 10:** Comparação entre os valores médios de força propulsiva para as seis frequências de execução de nado.

.....42

**Quadro 11:** Correlação de Pearson (r) entre a VMPF (valores médios de força propulsiva) e o PF (pico de força propulsiva) nas frequências gestuais de 30 e 35 br\min.

.....43

**Quadro 12:** Correlação de Pearson (r) entre a VMF (valores médios de força propulsiva) e o PF (pico de força propulsiva) nas frequências gestuais de 40 e 45 br\min.

.....43

**Quadro 13:** Correlação de Pearson (r) entre a VMF (valores médios de força propulsiva) e o PF (pico de força propulsiva) nas frequências gestuais de 50 e 55 br\min.

.....44

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Capacete ( <i>TENZI</i> <i>TNF</i> 06)	33
Figura 2: Forma e dimensões do volume de calibração.	36
Figura 3: Sinal visual visível abaixo da superfície da água para sincronização das câmaras	37

**LISTA DE ABREVIATURAS**

A	Amplitude da onda
AD	Acção descendente
ALE	Acção lateral exterior
ALI	Acção lateral interior
br\min	Braçadas por minuto
cm	Centímetros
D	Arrasto hidrodinâmico
Dc	Distância nadada por ciclo
DP	Desvio Padrão
Du	Duração
ENT	Entrada
EX1	Execução de nado a 30 braçadas\min
EX2	Execução de nado a 35 braçadas\min
EX3	Execução de nado a 40 braçadas\min
EX4	Execução de nado a 45 braçadas\min
EX5	Execução de nado a 50 braçadas\min
EX6	Execução de nado a 55 braçadas\min
Fd	Força de arrasto
FG	Frequência gestual
Fp	Força propulsiva
Hz	Hertz
kg	Quilogramas
kgf	Quilograma-força
L	Distância entre dois vórtices
m	Metros
MP	Marca pessoal
MS	Membros superiores
Nº	Número
n	Número de sujeitos da amostra
NA	Nado amarrado

NPD	Natação Pura Desportiva
P	Nível de significância
PF	Pico de força propulsiva
Pk	Potência dissipada aquando da transferência de energia cinética para a água
SPSS	Statistical Package for Social Sciences
V	Velocidade
VMFP	Valores médios de força propulsiva
W	Watt (unidade de potência)



## LISTA DE SIMBOLOS

$X$	Média
%	Percentagem
$\lambda$	Comprimento da onda
$\pm$	Mais ou menos
/	Divisão
=	Igual
<	Menor
>	Maior
$\leq$	Menor ou igual
$\geq$	Maior ou igual
°	Graus
N	Newton

## RESUMO

**Objetivo:** No presente estudo propôs-se estudar a força propulsiva na técnica de crol através do nado amarrado em diferentes frequências de nado nos distintos ciclos e fases de nado.

**Metodologia:** Oito nadadores masculinos de elite (idade  $20 \pm 1,31$  anos; altura  $181,73 \pm 5,59$  cm; peso  $73,94 \pm 6,02$  kg; marca pessoal  $25,30 \pm 1,18$  s), realizaram a tarefa de nado amarrado em seis frequências distintas (30, 35, 40, 45, 50 e 55br/Minuto) com patamares de 5br/minuto.

**Resultados:** A força propulsiva média nos distintos patamares apresentou diferenças médias e máximas distintas, encontrou-se diferenças significativas para a VMDF nas distintas frequências ( $p=0,004$ , 30br/Minuto,  $p=0,0041$ , 50br/Minuto) mas não para a situação de 55br/Minuto ( $p=0,176$ ).

**Conclusão:** Conclui-se que nas diferentes frequências de nado os valores de força propulsiva são distintos, bem como nas fases de nado. Os resultados sugerem ainda que existe uma relação entre o pico máximo de força propulsiva e os valores de força média propulsiva.

**Palavras-chave:** Nado amarrado, força propulsiva, frequências de nado, crol, fases de nado.

## ABSTRACT

**Objectives:** In this study we proposed to study the propulsive force in the technique of swimming through crol tied swimming at different frequencies in different cycles and phases of stroke.

**Methodology:** Eight male swimmers (age  $20 \pm 1,31$  years; height  $181,73 \pm 5,59$  cm; weight  $73,94 \pm 6,02$  kg; personal record  $25,30 \pm 1,18$  s), performed a tethered swimming in six different frequencies (30, 35, 40, 45, 50 e 55Sstr/minute) with levels of 5str/Minute.

**Results:** The average propulsive force in the levels presented distinct values in average and maximal, we found significant differences to VMDF in distinct frequencies ( $p=0,004$ , 30br/Minute,  $p=0,0041$ , 50br/Minute), but not for the 55str/minute situation ( $p=0,176$ ).

**Conclusion:** The results shows that in different frequencies the values of propulsive force are distinguish, as in the swimming phases. The results suggested strong relationships between the maximal force and the average.

**Keywords:** Tethered Swimming, propulsive force, swim frequencies, crawl, swimming phases

## CAPITULO I: INTRODUÇÃO

---

## 1. INTRODUÇÃO

Cada vez mais o rendimento desportivo de excelência abarca uma maior importância e mediatismo, a vitória depende cada vez mais de diferenças cronométricas mínimas (Maglisho, 1993), exigindo desta forma resultados desportivos de excelência, onde a prestação dos nadadores requer um desenvolvimento multifactorial dos pressupostos do rendimento (Cazorla, 1993). Diversos estudos têm sido realizados no sentido de determinar os factores que mais e melhor predizem a performance em natação. Têm-se verificado que esta está associada quer a pressupostos bioenergéticos, quer a pressupostos biomecânicos (Zamparo *et al.*, 2006; Barbosa *et al.*, 2008). A propulsão é um dos maiores factores nas competições em natação, consequentemente a performance do nadador resulta da interacção das forças propulsivas e das forças resistentes. O nadador só poderá aumentar a sua performance através da redução das forças resistivas (que ocorre no corpo do nadador a uma determinada velocidade), ou aumentar as forças propulsivas (Taiar *et al.*, 1999; Sanders *et al.*, 2001; Toussaint, 2006).

Uma das capacidades que tem grande importância no desempenho dos nadadores é a força (função neuromuscular), cujas características variam em função da especialidade do nadador (Costill, 1983).

A avaliação da força propulsiva é efectuada em meio aquático, sendo para isso utilizado um diverso conjunto de métodos, no caso indirectos com recurso a análise biomecânica em 2D e 3D (Schleihau *et al.*, 1983;), através do nado amarrado (Yeater *et al.*, 1981; Cabri *et al.*, 1988; Keskinen, 1993; Sidney *et al.*, 1996; Hooper *et al.*, 1998; Taylor *et al.*, 2001; Dopsaj *et al.*, 2003), Mad-System (Toussaint, 2006) ou nado semi-amarrado (Magel, 1970; Yeater *et al.*, 1981; Costill *et al.*, 1986; Christensen e Smith, 1987; Kjendlie e Thorsvald, 2006; Filho e Denadai, 2008) igualmente da pressão palmar (Berger *et al.*, 1997; Takagi e Wilson, 1999), sendo logicamente distintos, quer científico como metodológico

válidos (Dopsaj, 2003). De acordo com Maglisho *et al.*, (1984) considera o nado amarrado como um bom método de avaliação da força propulsiva.

Desta forma com a realização deste estudo pretende-se analisar os dados de força dos nadadores através do nado amarrado com vista ao aumento do rendimento dos nadadores.

### **1.1 Definição do problema de estudo**

O problema em estudo assenta fundamentalmente na análise da força produzida pelo nadador durante o ciclo de nado, nas consequentes fases subaquáticas de um ciclo de nado, em distintas frequências gestuais (30, 35, 40, 45, 50, 55 braçadas\minuto). Pretendemos verificar se existem diferenças nos ciclos e nas diversas fases da braçada em cada execução de nado.

### **1.2 Objectivos do estudo**

O objectivo do presente estudo incide-se no contexto da natação no âmbito da força propulsiva durante o nado. Desta forma, através da análise quantitativa, pretende-se caracterizar a força produzida pelo nadador durante o ciclo e nas diversas fases subaquáticas de um ciclo de crol com distintas frequências, de forma a averiguar se existem diferenças nas distintas fases da braçada em cada uma das frequências de nado.

Propomos dar resposta a um conjunto de objectivos gerais, nomeadamente:

- a) Caracterização da força propulsiva em nado amarrado;
- b) Caracterização da força propulsiva nas distintas fases do ciclo de crol.

Como objectivos específicos, propomo-nos a saber:

- a) Comparação da força propulsiva nas distintas frequências;

- b) Comparação da força propulsiva nas distintas fases do ciclo de crol;
- c) Relação entre os valores médios de força e o pico de força propulsiva.

### **1.3 Limitações do estudo**

O presente estudo acarreta um conjunto de limitações que não poderiam de estar mencionadas. Em primeira análise o número reduzido da amostra e da sua composição ser somente composta por um conjunto de atletas de nível nacional e internacional, seguidamente de que o nado amarrado altera a técnica de nado (escoamentos turbulentos em torno dos segmentos propulsivos) (.).

Outro aspecto limitativo baseia-se no facto de os nadadores não terem desenvolvido uma correcta adaptação ao instrumento.

## **CAPITULO II: REVISÃO DA LITERATURA**

---



## REVISÃO DE LITERATURA

### 1. Força

Segundo Bompa (1999), força pode definir-se como a capacidade de aplicar tensão contra uma resistência, para Raposo (2005), a força é entendida como uma capacidade motora fundamental para a realização do movimento humano e, muito em particular, das prestações desportivas.

De acordo com Costill *et al.*, 1980; Miyashita e Kanehisa, 1983; Strauss, 1986; Hsu *et al.*, 1997; Smith *et al.*, 2002, salientam a importância da força em natação, ou seja, à medida que a velocidade de nado aumenta, o arrasto também, logo, o nadador terá de aplicar cada vez mais força propulsiva para se deslocar<sup>1</sup>. Comprova-se, portanto, a importância desta capacidade motora na explicação do sucesso desportivo nesta modalidade, sendo este determinado pela habilidade do nadador em gerar força propulsiva e reduzir resistência ao seu deslocamento (Toussaint, 1992). Porém, a efectividade da aplicação da força gerada pelo nadador é limitada<sup>2</sup>, uma vez que nesta modalidade o sucesso desportivo está determinado não apenas pela habilidade em gerar força propulsiva, mas igualmente na redução da resistência ao deslocamento e pela economia de nado (Troup, 1988; Strauss *et al.*, 1990; Klauck e Daniel, 1992; Toussaint, 1992; Maglisho, 1995; Sanders, 2002).

O desenvolvimento da habilidade de produzir força é específico do tipo de treino de força utilizado e da similitude dos movimentos realizados no teste de medição de força (Costill *et al.*, 1992), onde os padrões neuromusculares do movimento (coordenação inter e intramuscular dos movimentos em treino de força e movimento de nado) desempenham papéis importantes (Strass *et al.*, 1990).

---

<sup>1</sup> Isto deve-se ao facto da existência de um aumento quadrático do arrasto em relação à velocidade de nado.

<sup>2</sup> Costill *et al.*, (1986). Adiantam que a um aumento da prestação em 3% está associado um aumento da força muscular em 18%.

Wilke (1992), apresenta uma relação entre a força muscular do nadador com a velocidade de nado em crol, que encontraram uma relação muito próxima entre a velocidade de sprint nos 50m e a força dinâmica dos músculos principais que actuam na fase subaquática.

## 2. Propulsão

Um dos objetivos principais da biomecânica é determinar a força propulsiva, identificar a sua relação com a eficiência de nado, em ordem de obter uma maior performance (Akis e Orcan (2004); Barbosa *et al.*, 2010).

As questões associadas ao estudo da geração de força propulsiva têm sido objecto de reflexão entre inúmeros estudos de cariz científico, especialmente, quando se analisa a relação existente entre o aumento de força e da velocidade de nado com a finalidade da superação dos tempos a serem alcançados.

A propulsão em meio aquático é baseada na interacção entre o movimento do nadador e o meio envolvente. Neste âmbito, o nadador transmite uma determinada quantidade de movimento para o meio aquático, permitindo-lhe produzir uma força propulsiva que possibilite superar forças de arrasto que se opõem ao seu deslocamento, sendo vários os mecanismos através dos quais a força propulsiva pode ser produzida (Marinho *et al.*, 2007). Assim, a explicação do movimento humano, no contexto aquático, implica a medição destas forças de interacção que actuam, fundamentalmente, nos segmentos responsáveis pela propulsão (Marinho *et al.*, 2007).

A força propulsiva designa-se pela força muscular que é exercida sobre um apoio que lhe é igual em intensidade (Vilas-Boas, 1996a). É uma força com a direcção do deslocamento, com o mesmo sentido deste e com sentido oposto à força de arrasto hidrodinâmico e que permite o deslocamento do nadador desde que a intensidade de  $F_d$  (forças de arrasto) seja igual ou inferior a  $F_p$  (força propulsiva efectiva).

Quanto maior for  $F_d$  e menor for  $F_p$ , menor será a distância que o nadador percorre por cada ciclo gestual. Em contrapartida, quanto mais intensa for a força  $F_p$  relativamente a  $F_d$ , mais estáveis permanecerão os segmentos propulsivos no sentido antero-posterior e mais facilmente se transformará o deslocamento do corpo à frente relativamente à mão ou ao pé, em deslocamento à frente relativamente à água (Vilas-Boas, 1993).

De acordo com Marinho *et al.*, (2007) os modelos mais populares no meio da NPD, assim como, da comunidade científica são: o *modelo de arrasto propulsivo*<sup>3</sup> e o *modelo da força de sustentação hidrodinâmica*<sup>4</sup>. Esses modelos, por sua vez, são sustentados a partir da (i) teoria de força de arrasto propulsivo; (ii) teoria da força de sustentação hidrodinâmica e (iii) teoria dos vórtices (Marinho *et al.*, 2007).

## 2.1 Avaliação da força propulsiva em nadadores

A razão pela qual se torna determinante o cálculo das forças propulsivas baseia-se no facto de o movimento em água ser altamente depende da interacção do sujeito com o fluido envolvente (Ribeiro, 2010).

Keskinen *et al.*, (1989), refere que a produção de forças durante o nado está dependente da força de arrasto, que o nadador tem de superar enquanto avança pela água, e da velocidade de nado. O aumento da velocidade implica um aumento do arrasto enquanto o nadador tem de gerar cada vez mais forças propulsivas. O arrasto produzido pelo corpo a nadar é muito variável e influenciado pela forma do corpo, tamanho, densidade e distribuição das massas. O arrasto produzido pelo corpo aumenta numa taxa de 1,83 vezes o aumento da velocidade durante o nado à superfície (Reilly *et al.*, 1990). Daí

<sup>3</sup> Com base neste modelo, os nadadores propulsionar-se-iam mediante a utilização de ações segmentares antero-posteriores que, com base na interpretação física decorrente da 3ª lei de Newton, iriam provocar o deslocamento do corpo do nadador para a frente (Marinho *et al.*, 2007).

<sup>4</sup> De acordo com esta teoria diversos autores, promoveram a ideia de que os bons nadadores usam movimentos helicoidais, no sentido de criarem forças de sustentação hidrodinâmica, como o meio dominante de gerar propulsão, a partir da observação do teorema de Bernoulli (Marinho *et al.*, 2007).

que, um pequeno aumento da velocidade, dentro dos limites de velocidades normais observados em natação, necessite um grande aumento da força propulsiva.

Diversos têm sido os estudos consagrados à determinação das forças propulsivas do movimento do corpo dos nadadores na água (Clarys, 1979).

No quadro 1, pretende-se realizar de forma sucinta uma abordagem aos diversos estudos elaborados nesta temática.

**Quadro 1.** Principais métodos de determinação da força propulsiva em natação. (Adaptado de Vilas-Boas, 1993).

Autor (Ano)	Método
Hussay (1912) cit. Vilas Boas (1993) Cabri <i>et al.</i> , (1988)	Determinação de $F_p$ através da carga adicional resistiva mínima requerida para a obtenção de uma velocidade de translação nula ( $V=0$ ) com esforço máximo.
Alley (1952)	Determinação de $F_p$ somando o valor de $F_{dp}$ para uma dada velocidade ( $V>0$ ) à força propulsiva adicional ( $F_{p+}$ ) que o nadador tem de desenvolver para vencer uma resistência adicional ( $F_{d+} = F_{p+}$ ) nadando aquela velocidade (constante).
Thrall (1960) cit. Vilas-Boas (1993)	Determinação de $F_p$ subtraindo à intensidade da força de arrasto passivo a uma dada velocidade ( $V>V_{máx.nado}$ ) a intensidade da força requerida para o rebocar nadando à mesma velocidade
Prampero <i>et al.</i> , (1974); Holmér (1975, 1983); Rennie <i>et al.</i> , (1975); Penndergast <i>et al.</i> , (1978)	Determinação de $P$ a velocidade constante, assumindo $F_p=F_d$ e calculando $F_d$ por extrapolação para $VO_2 = 0$ com base na recta de regressão entre o $VO_2$ e a carga adicional positiva ou negativa a que se sujeita o nadador.
Kemper <i>et al.</i> . (1976); Clarys (1979)	Determinação de $F_p$ a velocidade constante, assumindo $F_p=F_d$ e calculando $F_d$ por extrapolação para $V = 0$ com base na recta de regressão entre os valores de $V$ e de $F_{d+}$ e $F_{d-}$ registados através de

	uma coluna móvel que se desloca a V superior ou inferior à velocidade de nado.
Hollander <i>et al.</i> , (1986b)	Determinação de Fp a velocidade constante através do MAD-System.
Hollander <i>et al.</i> , (1988)	
Toussaint <i>et al.</i> , (1988b)	
Schramm (1958-1959) cit. Vilas-Boas (1993)	Aproximação a Fp por registo dinamométrico em seco.
Keskinen <i>et al.</i> , (1989)	Determinação da força propulsiva através do nado estacionário amarrado a uma dinamómetro.
Ria <i>et al.</i> , (1990)	
Cabri <i>et al.</i> , (1988)	
Svec (1982)	Aproximação à variação por ciclo de Fp através da determinação da variação da pressão exercida sobre a superfície palmar da mão ao longo do ciclo motor.
Persyn (1984)	Determinação de Fp através da variação do gradiente de pressões estabelecido entre as superfícies palmares e dorsal da mão ao longo do ciclo motor.
Loetz <i>et al.</i> , (1988)	
Tourny (1992)	
Schleihau (1979)	Determinação analítica da variação intracíclica de Fp envolvendo direcção do trajecto motor, velocidade e posição relativa das superfícies propulsivas e as suas propriedades hidrodinâmicas.
Wood (1979)	
Berger <i>et al.</i> , (1995)	
Silva (1995)	Método DLT - Mais recentemente, foram propostas outras formas de determinação dos valores de (Pi) e (Po) usando o método DLT (análise cinematográfica).
(Troup, 1992)	

### 3. Nado Amarrado

As forças geradas durante o nado aumentam exponencialmente com a velocidade e avaliar estas forças em meio aquático é uma tarefa desafiante (Benjanuvatra *et al.*, 2001).

O nado amarrado, com base na dinamometria directa (*tethered swimming*), é o método mais comum para a avaliação da força propulsiva do nadador, sendo desde há muito utilizado em programas de avaliação e controlo do treino e no domínio da investigação biomecânica em natação (Keskinen, 1993; Vilas-Boas, 1993; Alves *et al.*, 1994; Alves e Vilas-Boas, 1997; Hooper *et al.*, 1998; Alves, 2001; Dopsaj *et al.*, 2001; Smith *et al.*, 2002; Kjendlie e Thorsvald 2006; Filho e Denadai, 2008; Morouço *et al.*, 2008, 2011).

De acordo com Mouroço *et al.*, 2010 utilizando um sistema de célula de carga é possível adquirir a força individual por período de tempo, melhorando a possibilidade da caracterização e comparações de padrões de nado, permitindo um mais preciso conhecimento da sequência de forças durante o nado.

Fundamentalmente, esta técnica visa a fixação do nadador, pelo peito ou, mais comum e actualmente, pela cintura, através de um cabo fixo a um dispositivo de medição de força (Soares, 2007). A base da utilização desta técnica reside no facto de, à velocidade zero, se considerar que a propulsão iguala o arrasto, pelo que toda a força medida é força propulsiva, anulando-se a questão da difícil mensuração do arrasto. Embora a força mensurada em NA não seja exactamente a força propulsiva, mas uma força resultante da força muscular do nadador e componente importante das forças propulsivas, são encontrados estudos que mostram correlação entre a força avaliada com a metodologia e o desempenho em natação (Keskinen e Komi, 1993; Taylor *et al.*, 2003; Akis e Orcan 2004).

Magel (1970) foi um dos primeiros autores a afirmar que a força propulsiva produzida, à velocidade zero, providencia uma boa estimativa da força propulsiva que pode ser desenvolvida durante o nado livre regular.

Para o registo dos dados de força fornecidos pelas escalas de mola e dinamómetros mais antigos, autores como Magel utilizaram transdutores de força que produziam impulsos eléctricos posteriormente recolhidos por desmoduladores, que por sua vez estes modificavam o sinal eléctrico de origem e estando ligados a cimoógrafos, permitiam a impressão dos dados da

força em papel do tipo milimétrico. O traçado gráfico produzido era distinto relativamente às fases propulsivas e de recuperação de cada ciclo de nado.

A popularidade deste método chegou até aos nossos dias, Kjendlie e Thorsvald (2006) demonstraram a sua fiabilidade numa avaliação da força máxima num protocolo de teste-reteste.

Os dispositivos de nado amarrado não foram criados apenas com o sentido de realizar a avaliação da força ou de componentes bioenergéticas do treino de nadadores (Bonen *et al.*, 1980; Gergley *et al.*, 1984). Uma das preocupações iniciais foi a do seu uso enquanto instrumento de treino capaz de aumentar a força e resistência de nadadores e também de aperfeiçoar efectivamente a mecânica de nado. A intervenção ao nível da mecânica de nado seria possível adicionando a fotografia aquática, a análise da produção da força e o registo dos padrões de nado (Magel e McArdle, 1970).

A maioria dos dados da literatura relativos à determinação do potencial anaeróbio usando sistemas de determinação da força em nado amarrado ou da força e potência em nado semi-amarrado está confinada a populações não treinadas, (Taylor *et al.*, 2001). Os estudos que envolvem raparigas são escassos, com uma particular falta de informação para o intervalo entre os 13 e os 16 anos.

De acordo com Holmér (1979) e Bonen *et al.*, (1980) 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 *et al.*, (1988) Cabri *et al.*, (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. Estes estudos validam, assim, a utilização do nado amarrado como procedimento de avaliação da força específica em teste de potência máxima (frequência gestual máxima por períodos de curta duração, 6 a 10 segundos).

Apesar destas vantagens, o emprego do teste para a mensuração da força propulsiva é ainda passivo de questionamento em função de alguns inconvenientes relacionados à falta de referência sobre as velocidades de nado, pelas diferenças mecânicas apresentadas na trajetória dos segmentos propulsores, quer no que respeita aos tempos de duração das diferentes fases que constituem um ciclo de nado em comparação com a natação em condições normais (Cazorla *et al.*, 1984; Maglisho *et al.*, 1984). Lavoie *et al.*, (1985), 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 elevadas, como é o caso do nado parcialmente amarrado. No nado a velocidade zero, a criação de massas de água turbulentas à volta do corpo do nadador parece diminuir a eficácia do apoio e diminuir a velocidade de deslocamento da mão, o que tem, obviamente, sérias consequências sobre a capacidade de produção de força propulsiva, que é exactamente aquilo que, na maioria dos casos, se pretende medir (Ribeiro, 2007).

No entretanto, vários estudos apresentaram correlações elevadas entre força medida em NA e a velocidade de *sprint* em crol (Provencher *et al.*, 1985; Ria *et al.*, 1986; Christensen e Smith, 1987; Arellano, 1988; Keskinen *et al.*, 1989).

**Quadro 2:** Estudos realizados com sistema de nado amarrado ou semi amarrado.

Autor (Ano)	Tipo de Teste	Objectivo
Goldfuss e Nelson (1970)	Nado amarrado, fio de modelismo ligado a estrutura rígida de alumínio conectada ao nadador	Realizar a análise de parâmetros temporais da braçada de crol realizada em nado amarrado.
Magel (1970)	Nado amarrado	Determinação da força propulsiva medida durante nado amarrado nos quatro estilos de nado.



<b>Magel (1971)</b>	Nado amarrado	Comparação da resposta fisiológica a diversas intensidades submáximas de trabalho em nado amarrado e corrida em tapete rolante.
<b>Bonen et al., (1981)</b>	Nado amarrado, conexão com sistema de roldanas	Comparar o $VO_2$ max obtido em nado livre, amarrado e em <i>swimming flume</i> .
<b>Yeater et al., (1981)</b>	Nado amarrado, conexão com cabo de aço	Determinar a força de nado amarrado nas técnicas de crol, costas e bruços e a sua relação com as performances competitivas.
<b>Adams II et al., (1983)</b>	Nado amarrado e semi-amarrado	Determinar as relações entre a força e a FG em nado amarrado, entre a força em nado semi-amarrado e a velocidade correspondente e entre a velocidade de nado livre e a FG.
<b>Gergley et al., (1984)</b>	Nado amarrado	Comparar os efeitos do treino de nado livre e simulado em <i>swim bench</i> na potência aeróbia da natação e da corrida.
<b>Maglisho e Maglischo (1984)</b>	Nado semi-amarrado, conexão a mecanismo adaptado de <i>swim bench</i>	Comparar a mecânica de nado dos nadadores de crol nadando normalmente e semi-amarrados.
<b>Costill et al., (1985)</b>	Nado amarrado, conexão com sistema de roldanas	Examinar a utilidade dos valões de recuperação do $VO_2$ para determinar o custo de oxigénio em nado de crol submáximo e máximo.
<b>Neufer et al., (1987)</b>	Nado semi-amarrado	Determinar o efeito da redução do treino na força muscular e <i>endurance</i> de nadadores de competição.
<b>Bollens et al., (1988)</b>	Nado amarrado, conetado a dinamómetro	Comparação do EMG periférico obtido em nado de crol amarrado e livre.
<b>Cabri et al., (1988)</b>	Nado amarrado, sistema de “dinamómetro de nado”	Determinar a relação entre a FG, a força e dados electromiográficos obtidos em nado de crol amarrado.
<b>Rohrs et al., (1990)</b>	Nado amarrado com tubo elástico de borracha	Determinar a relação entre 7 teste anaeróbios e a performance de nado.
<b>Rinehardt et al., (1991)</b>	Nado amarrado, conexão com sistema de roldanas	Comparar três métodos de determinação do $VO_2$ max.
<b>Michell e Huston (1993)</b>	Nado amarrado, conexão com sistema de roldanas	Determinar o efeito do aquecimento de alta e baixa intensidade em respostas

		fisiológicas, na acumulação de $La^-$ e na <i>performance</i> de nado livre e amarrado de alta intensidade.
<b>Tanaka et al., (1993)</b>	Nado amarrado, sistema isocinético	Determinar o efeito do treino da resistência em seco na <i>performance</i> de nado na técnica de crol.
<b>Ikuta et al., (1996)</b>	Nado amarrado, conexão com sistema de roldanas	Aplicação do conceito de VC e da potência crítica ao nado amarrado, para determinação da força crítica de nado.
<b>Hooper et al., (1998)</b>	Nado amarrado cordas de nylon	Determinar o efeito de três técnicas de <i>taper</i> na força, <i>performance</i> e medidas psicométricas de nadadores de competição.
<b>Strojnink et al., (1999)</b>	Nado semi-amarrado	Determinação da relação força-velocidade na natação.
<b>Swaine e Doyle (1999)</b>	Nado semi-amarrado	Relacionar a potência média da braçada e da perna do nado simulado e semi-amarrado.
<b>Vorontsov et al., (1999b)</b>	Nado amarrado, com corda interior em borracha	Determinar o padrão de crescimento de algumas características físicas e funcionais e de algumas habilidades motoras.
<b>Wirtz et al., (1999)</b>	Nado semi-amarrado	Determinar se o incremento do tempo em nado amarrado depende da <i>performance</i> do nadador e do nível técnico dos nadadores e como pode o procedimento ser utilizado para diagnóstico.
<b>Taylor et al., (2001)</b>	Nado amarrado	Determinar a influência do sexo, da maturação e da idade cronológica na produção de força máxima e média em nado amarrado.
<b>Papoti et al., (2002)</b>	Nado amarrado com cabo de aço	Determinar o efeito do <i>taper</i> na força de nado e na <i>performance</i> .
<b>Dopsaj et al., (2003)</b>	Nado amarrado	Determinar a validade e a fiabilidade do método de nado amarrado para estimar parâmetros cinemáticos básicos e características mecânicas da força propulsiva em nadadores.
<b>Peyrebrune et al.,</b>	Nado amarrado, com	Determinar o efeito da restrição da

(2003)	corda não elástica		frequência respiratória no <i>sprint</i> de nado e no metabolismo usando nado amarrado.
<b>Taylor et al., (2003)</b>	Nado amarrado com corda pré-esticada		Determinar as alterações que ocorrem na <i>performance</i> anaeróbia em nadadoras circum-pubertárias.
<b>Karsai et al., (2008)</b>	Nado amarrado com capacete.		Determinação da capacidade propulsiva em nado.
<b>Mouroço et al., (2008)</b>	Nado amarrado		Determinar as características da força num teste nado amarrado com a duração de 30 segundos.

#### 4. A TÉCNICA DE CROL

O crol é uma técnica de nado ventral, alternada e simétrica, durante a qual as acções motoras realizadas pelos membros superiores e pelos membros inferiores tendem a assegurar uma propulsão contínua (Vilas-Boas, 1991).

Do ponto de vista mecânico, a técnica de Crol é a mais económica (Holmér, 1974a; Barbosa *et al.*, 2006a; Tourny-Chollet *et al.*, 2009). Segundo Barbosa *et al.*, (2006b), este facto deve-se, inicialmente à alternância de movimentos, evitando-se desta forma a acentuação de oscilações intracíclicas da velocidade horizontal ao centro de massa, comparativamente com as técnicas simultâneas (Barbosa *et al.*, 2006b). De acordo com Alves (1996) verificou-se uma variação do impulso médio resultante por fase entre -11N.s e 17N.s, mais a relação entre o custo energético e a flutuação da velocidade não foi significativa a qualquer velocidade estudada por Alves *et al.*, (1996). Posteriormente, porque a posição do corpo que lhe é inerente permite trajectos subaquáticos bem orientados, criando resultantes propulsivas com direcção e sentido muito próximos da direcção de deslocamento do corpo (Marinho *et al.* 2007).

Segundo Richards (1996), o posicionamento das superfícies de propulsão primárias, mão e antebraço, permitem na técnica de crol, uma vantagem de aplicação de força durante cada acção dos membros superiores, sendo estes responsáveis por uma parte significativa da propulsão (Alberty *et al.*, 2008), a

coordenação entre membros superiores possui uma importância decisiva para a aplicação eficaz das forças propulsivas.

#### 4.1 Factores técnicos determinantes na prestação da técnica de crol

Num estudo realizado por Cappaert *et al.* (1995), na técnica de Crol, a distância de ciclo (Dc) foi a variável mais discriminativa entre os dois grupos de nadadores estudados:

As forças propulsivas medidas durante a ALI (ação lateral interior) e a AA (ação ascendente) da mão não diferiram significativamente entre os dois grupos, mas os nadadores da "subelite" requeriam tendencialmente mais força para nadar a velocidades menores. Adicionalmente, o grupo de elite tinha uma eficiência propulsiva superior na ALI e, tendencialmente, no trajecto global.

**Quadro 3:** Características dos nadadores envolvidos no estudo de Cappaert *et al.*, (1995).

	"Subelite"	Elite
	n = 7	n = 5
<b>Velocidade de nado (<math>\text{m.s}^{-1}</math>)</b>	$1.87 \pm 0.09$	$2.01 \pm 0.18$ *
<b>Fc (Hz)</b>	$0.91 \pm 0.07$	$0.82 \pm 0.11$
<b>Dc (<math>\text{m.ciclo}^{-1}</math>)</b>	$2.06 \pm 0.08$	$2.50 \pm 0.16$ *
<b>Estatura (m)</b>	$1.79 \pm 0.44$	$1.96 \pm 0.17$ *
<b>Massa corporal (kg)</b>	$74.00 \pm 4.25$	$85.88 \pm 2.71$ *
* p < .05		

**Quadro 4:** Características dos trajectos propulsivos (Cappaert *et al.*, 1995).

	"Subelite"	Elite
<b>Força resultante (N)</b>		
<b>Ciclo completo</b>	48.6 ± 2.9	40.6 ± 4.5
<b>ALI</b>	47.8 ± 1.2	38.8 ± 6.3
<b>AA</b>	68.9 ± 8.4	55.5 ± 8.6
<b>Força Propulsiva (N)</b>		
<b>Ciclo completo</b>	33.7 ± 3.2	27.3 ± 4.3
<b>ALI</b>	39.7 ± 2.3	34.0 ± 5.9
<b>AA</b>	64.9 ± 8.1	51.3 ± 7.7
<b>Eficiência Propulsiva (%)</b>		
<b>Ciclo completo</b>	37.5 ± 1.4	41.0 ± 2.5
<b>ALI</b>	45.2 ± 2.9	54.2 ± 1.8 *
<b>AA</b>	40.6 ± 1.6	45.1 ± 2.9
<b>Profundidade da mão (m)</b>	0.4 ± 0.03	0.5 * ± 0.04 *
<b>Ângulo do cotovelo (°)</b>	114.3 ± 5.1	91.5+ ± 4.9 *
<b>Potência mecânica (W)</b>	158.3 ± 15.2	132.2 ± 18.1
* p < .05		

De acordo com os resultados padrão propulsivo da mão apresentou maior profundidade nos nadadores da final "A", neste caso, a mão desce mais no final da AD nestes nadadores do que nos nadadores de menor nível de prestação, embora a diferença desapareça quando corrigida para a altura. O efeito hidrodinâmico favorável de um padrão com trajectos mais longos num plano sagital confirma-se, portanto, para a técnica de Crol, sendo os nadadores de maior estatura os que mais proveitos tiram deste factor.

Por outro lado, não foram encontradas diferenças significativas entre os dois grupos no que diz respeito às variáveis caracterizadoras do batimento dos membros inferiores (Marinho *et al.*, 2007).

Em conclusão, o grupo de elite não produziu mais força propulsiva total do que o outro, mas funcionou com maior eficiência propulsiva. Isto significa que a potência dissipada para a massa de água ( $P_k$ ) por trajecto propulsivo é superior nos nadadores da "subelite". Esta diferença foi particularmente marcante na ALI, curiosamente associada a um menor ângulo de flexão do cotovelo. Resultados semelhantes tinham já sido igualmente evidenciados por Troup (1993).

De acordo com Schleihaut *et al.*, (1983 e 1988), na técnica de crol os nadadores aplicam um padrão de braçada curvilíneo, encontrando-se os maiores valores de força aplicada no último terço da braçada, perto do final da acção subaquática da braçada ou acção ascendente. Petriaev *et al.*, (1999) referem, de forma similar, que o modelo ideal de aplicação da força, para o nadador, se caracteriza por um aumento lento da força na primeira terça parte da braçada, com o pico a acontecer, num curto período de tempo, no final da braçada.

### **CAPITULO III: METODOLOGIA**

---

## METODOLOGIA

### 1. Selecção da Amostra

A amostra deste estudo foi composta por oito (8) nadadores portugueses do sexo masculino da selecção portuguesa de natação, com um elevado nível competitivo de natação pura, pertencentes ao escalão Absoluto.

A selecção da amostra foi do tipo não casual, em virtude do estudo se realizar na realidade específica da natação pura competitiva, e se pretender uma homogeneidade elevada no que respeita às principais características dos elementos observados.

#### 1.1 Caracterização da Amostra

Tendo como principal objectivo melhorar a caracterização do grupo em estudo, todos os nadadores pertencentes à amostra foram esclarecidos previamente relativamente a todos os procedimentos do estudo.

No quadro 5, são apresentados os valores individuais e os valores médios correspondentes às características gerais dos nadadores que constituíram a amostra.

**Quadro 5:** Caracterização da Amostra (N=8), Média, Desvio Padrão, e valores de cada Sujeito para as Variáveis Idade (anos), Altura (m), Peso (kg), Marca Pessoal aos 50m Livres (s).

Sujeito	Idade (anos)	Altura (metros)	Peso (kg)	Marca Pessoal (s) 50m Livres
1	19	190.5	82.9	23.93
2	19	180	70	24.53
3	19	182.6	80.2	25.99
4	20	179.9	73.1	25.29
5	20	173.6	66.3	24.90
6	20	189.0	76.2	24.02



<b>7</b>	23	180.1	76	26.84
<b>8</b>	20	178.1	66.8	26.93
<b>Média ±</b>	<b>20</b>	<b>181,73</b>	<b>73,94</b>	<b>23,30</b>
<b>Desvio</b>	<b>±</b>	<b>±</b>	<b>±</b>	<b>±</b>
<b>Padrão</b>	<b>1,31</b>	<b>5,59</b>	<b>6,02</b>	<b>1,18</b>

Cada sujeito realizou um conjunto de medições iniciais no que concerne à altura, (distância, em cm, entre o solo e o ponto anatômico mais elevado - *vértex*) medida com os nadadores descalços, utilizando um antropómetro. A avaliação do peso foi realizada através de uma balança electrónica (Thompson). O tempo dos nadadores foi retirado no momento da recolha na base de dados utilizada para o efeito.

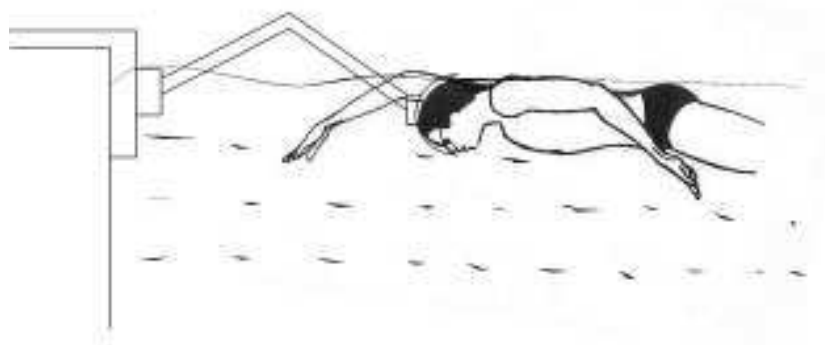
## 2. Condições de Execução

A recolha dos dados foi realizada na piscina 50 m coberta e climatizada de Rio Maior, com a água a uma temperatura de 26 graus centígrados.

Os nadadores realizaram um aquecimento prévio e de familiarização com a tarefa de nado amarrado.

As condições de execução concentram-se na realização do teste de nado amarrado, semelhante ao teste utilizado usado por Martin *et al.*, (1981) e Yeater *et al.*, (1981), com algumas modificações, validado e aplicado em diversos estudos, Karsai *et al.*, (2008), que consiste num instrumento que permite mensurar a força que um nadador exerce em determinado momento.

O nadador encontra-se conectado ao medidor utilizando um capacete em vez de utilizar arnês ao redor da anca. Testes anteriores confirmaram que a diferença entre o puxar e empurrar em posição fixa é menor que 3,5%, não havendo carga excessiva no pescoço durante e após a realização no modo de impulsionar, o capacete, acoplava os auscultadores (figura 1).



**Figura 1:** Capacete (*TENZI TNF 06*).

Este instrumento é constituído por um sensor de força acoplado num capacete (Tenzi TNF 06) que se encontra fixo numa plataforma estável, ligado a um computador que através de um software de leitura de força regista os respectivos dados em formato Excel.

O hardware é basicamente composto por dois módulos, respectivamente o módulo I e módulo II.

O módulo I onde a célula de carga (TCK-U129kg, Tenzi Ltd Hungary) é um transdutor de força (carga máxima 1200N), em que a célula foi lacrada dentro de uma caixa estanque de modo a estar impermeabilizada.

O módulo II o interface (resolução 0,1 N, frequência de coleta de dados: 1000 Hz) contém circuitos electrónicos encarregados de receber os sinais emitidos pelo transdutor de força, e modelá-los a fim de serem lidos e aceites pelo computador.

O software *TENZI 3.1*, específico recebe os impulsos emitidos pela interface e processa-os, com intuito de identificar e quantificar os valores referentes à força de tracção (kgf) exercida no transdutor de força.

Os indivíduos realizaram a tarefa de nado amarrado sem respiração com os membros inferiores imobilizados através de um flutuador de forma a manter os membros inferiores junto da superfície da água e uma cinta que unia os mesmos, a tarefa conteve uma duração média de 30 segundos iniciando a tarefa com uma frequência 30 braçadas por minuto sofrendo um incremento de

5 braçadas por minuto até atingirem as 55 braçadas por minuto. Entre as diversas frequências os indivíduos repousaram durante 3 minutos.

As condições de execução consistiram nas seguintes tarefas:

1. Nado de crol a uma frequência de nado a 30 br\min;
2. Nado de crol a uma frequência de nado a 35 br\min;
3. Nado de crol a uma frequência de nado a 40 br\min;
4. Nado de crol a uma frequência de nado a 45 br\min;
5. Nado de crol a uma frequência de nado a 50 br\min;
6. Nado de crol a uma frequência de nado a 55 br\min.

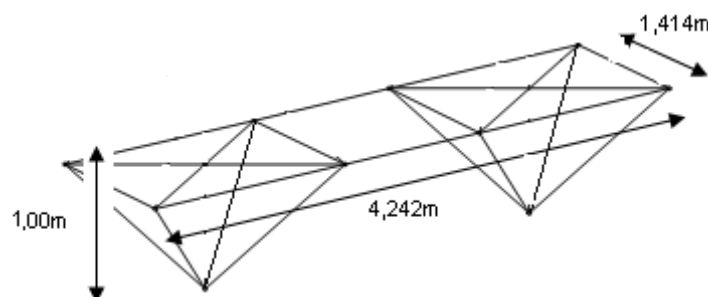
O registo de cada repetição será realizado após os nadadores realizarem em cada uma das seis frequências, dois ciclos completos de nado, momento em que se acende a luz para sincronização das câmaras e para o início do registo da força proveniente do sensor colocado no capacete, pelo software usado. A opção de apenas começar a registar os ciclos de nado após serem realizados os dois primeiros, prende-se com o facto de ser necessário ao nadador realizar dois ciclos iniciais para adoptarem uma posição horizontal e posteriormente manter uma frequência de nado estável.

Durante toda a execução das seis frequências de nado, o nadador escuta um sinal sonoro que predefine a frequência de braçadas que terá de efectuar, ou seja, o nadador efectua as braçadas de acordo com o sinal sonoro escutado, onde a cada sinal sonoro corresponde uma braçada

## **2.1 Procedimentos para Captação de Imagens**

Em cada condição, os nadadores serão filmados numa zona previamente calibrada para o efeito, tendo sido utilizado um volume de calibração (objecto constituído por dois octaedros ligados entre si, cujos vértices se encontram

internamente ligados de modo a conferir rigidez à estrutura e aumentar o número de pontos de controlo possíveis para digitalização) (figura 2).



**Figura 2.** Forma e dimensões do volume de calibração.

Constituiu-se, assim, uma plataforma à superfície de água composta por dois quadrados ligados, da qual se projectam para baixo duas estruturas em forma de pirâmide. A origem do referencial marcada no centro do volume, coincide com o local onde se localizará o capacete.

A recolha de imagens abarca um local com a distância de três metros, à distância de um metro a cinco metros do topo da pista 3 da piscina e a dimensão do volume de controlo (4,24; 1,41; 2.00m). A estrutura de calibração garante a cobertura de todo o espaço ocupado pela execução do gesto técnico dos nadadores.

As imagens serão recolhidas recorrendo a três câmaras vídeo digitais (*Mini DV*) fixas, que se encontraram protegidas por caixas estanques (*IKELITE® underwater systems*), em que duas se encontram colocadas lateralmente em relação ao sentido do nado, uma de cada lado, a uma profundidade de 90 centímetros e a 4 metros do volume de controlo, a terceira câmara encontra-se a 120 centímetros de profundidade e a 1,5 metros do volume de controlo, colocada por trás do volume, as três câmaras formam um triângulo. Entre o eixo de deslocamento do nadador e o eixo focal das câmaras existirá um ângulo de cerca de 30º num plano horizontal e de 15º num plano vertical.



**Figura 3.** Sinal visual visível abaixo da superfície da água para sincronização das câmaras.

A sincronização das câmaras foi realizada através de uma lâmpada de néon accionada por um único interruptor e montadas numa estrutura tubular de modo a que fossem visíveis abaixo e acima da superfície da água, respectivamente.

As câmaras serão reguladas de modo a que os seus eixos ópticos se direccionem e enquadrem para o nadador, nos limites do seu campo de visão e na totalidade do volume de calibração. Este procedimento terá como objectivo possibilitar o registo dos ciclos completos de nado assegurando simultaneamente nitidez suficiente a fim identificar posteriormente todo o processo de análise.

Todas as câmaras operarão a 50Hz, tendo sido reguladas para uma velocidade de obturação de  $1/250$  s, de modo a evitar o esbatimento da imagem em gestos executados a maiores velocidades.

### **3. Apresentação dos resultados**

#### **3.1 Observação dos resultados**

Esta fase do trabalho permitiu visualizar, simultaneamente, a sequência de imagens digitalizadas sob a forma de *stick-figure* e observar os valores das

diferentes variáveis seleccionadas para observação e análise. Posteriormente, os dados foram transferidos para o Microsoft Office Excel 2007, para respectivo tratamento estatístico.

#### **4. Definição das variáveis de estudo e escalas de medida**

##### **4.1 Variáveis de Estudo**

###### **4.1.1 Variáveis Independentes**

- Velocidade das Frequências de Nado;
  - 1ª Frequência – 30 braçadas\min;
  - 2ª Frequência – 35 braçadas\min;
  - 3ª Frequência – 40 braçadas\min;
  - 4ª Frequência – 45 braçadas\min;
  - 5ª Frequência – 50 braçadas\min;
  - 6ª Frequência – 55 braçadas\min;
- Género;
- Idade;
- Variáveis Antropométricas: Altura e Peso.

###### **4.1.2 Variáveis Dependentes**

A mensuração da força de nado média por ciclos e fases de nado a partir das 6 frequências de nado:

- Força máxima de ciclo;
- Força máxima na entrada da mão;
- Força máxima na acção descendente;
- Força máxima na acção lateral interior;

- Força máxima na acção descendente;
- Força média do ciclo;
- Força média na entrada;
- Força média na acção descendente;
- Força média na acção lateral interior;
- Força média na acção descendente;
- Duração média das ações.

## 5. Tratamento e análise estatística dos dados

A análise estatística dos dados foi realizada através do package específico SPSS (Science, Chicago, USA), Windows e os gráficos elaborados com o software SigmaPlot 8.0 (SPSS Science, Chicago, USA) e no Microsoft Excel.

Os procedimentos estatísticos, do presente estudo, consistiram em:

- a) **Análise Descritiva**, de todos os dados obtidos, utilizando como medida de tendência central a média, e de dispersão o desvio padrão, a fim de caracterizarmos a amostra relativamente às variáveis de estudo.
- b) Estudo de **associação entre as variáveis**, de modo a analisarmos as esperadas e ou inesperadas associações entre variáveis. Para o efeito iremos recorrer **ao Coeficiente de Correlação de Pearson (r)**.
- c) Comparação entre as seis frequências de nado, recorreremos ao **T-Pares** (Pair de Samples T-Test), desta forma conseguimos comparar as médias em cada execução de nado, verificando se existem diferenças significativas.

Para todos os testes o nível mínimo de significância adoptado foi de  $p \leq 0.01$  e de  $p \leq 0.05$ .

## **CAPITULO IV: APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS**

---



## APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

No presente capítulo irá ser efectuada a apresentação e discussão de resultados, para todas as variáveis, sempre de acordo com a ordem dos procedimentos utilizados.

Inicialmente para cada categoria de parâmetros serão apresentados os resultados relativos à estatística descritiva no que concerne às variáveis:

- Valores absolutos de força média propulsiva, valores absolutos da força máxima, valores absolutos da força máxima de acordo com as fases de nado;
- Correlações entre as diferentes execuções de nado;
- Resultados para a associação entre as variáveis.

**Quadro 6:** Valores da força média propulsiva (VMFP) (N - Newton) Média, Desvio Padrão Máximo nas seis condições de execução:

	EX1	EX2	EX3	EX4	EX5	EX6
	30br/min	35br/min	40br/min	45br/min	50br/min	55br/min
<b>VMFP</b>	62.30	71.31	80.98	87.36	94.11	99.02
<b>(Média</b>	±11.68	±13.91	±15.02	±16.71	±19.03	±14.5
<b>±DP)</b>						
<b>VMFP</b>	214.45	247.15	255.47	274.08	293.78	301.55

Através da análise do quadro 6, verificou-se que a execução EX6\_55br/min, obteve os valores mais elevados de força média propulsiva ( $99.02 \pm 14.5$ ), existindo um aumento crescente, tendo igualmente esta execução obtido o valor máximo mais elevado de força (301.55 N) relativamente às outras execuções de nado, por outro lado, a execução EX1\_30br/min foi aquela que obteve valores inferiores de força propulsiva ( $62.30 \pm 11.68$ ) na média e correspondendo a um valor máximo de (214.45 N).

**Quadro 7:** Duração média das ações e segundos (s) nas seis frequências de execuções:

	<b>EX1</b> <b>30br/min</b>	<b>EX2</b> <b>35br/min</b>	<b>EX3</b> <b>40br/min</b>	<b>EX4</b> <b>45br/min</b>	<b>EX5</b> <b>50br/min</b>	<b>EX6</b> <b>55br/min</b>
<b>ENT</b>	0.27	0.29	0.26	.023	0.22	0.20
<b>A.D</b>	0.55	0.42	0.40	0.34	0.35	0.36
<b>A.L.I</b>	0.33	0.31	0.29	0.27	0.25	0.25
<b>A.A</b>	0.39	0.35	0.34	0.34	0.33	0.34

Podemos verificar através da análise dos dados que a duração média da ENT possui valores mais elevados nas frequências de nado mais baixas, enquanto nas frequências mais altas os valores correspondentes à duração são consequentemente inferiores.

No caso das restantes ações A.D, A.L.I e A.A verifica-se um comportamento similar à encontrada na ENT na medida em à medida que a frequência de nado aumenta os valores médios de duração das ações diminuem.

**Quadro 8:** Valores de força média (N - Newton) propulsiva em crol no membro dominante (VMFP), nas seis frequências de execução:

	<b>EX1</b> <b>30br/min</b>	<b>EX2</b> <b>35br/min</b>	<b>EX3</b> <b>40br/min</b>	<b>EX4</b> <b>45br/min</b>	<b>EX5</b> <b>50br/min</b>	<b>EX6</b> <b>55br/min</b>	<b>X ± Dp</b>
<b>ENT</b>	96.08	114.76	86.08	115.96	129.96	134.39	116.23 ± 18.90
<b>A.D</b>	45.13	25.30	51.80	39.97	46.14	45.98	42.38 ± 9.17
<b>A.L.I</b>	79.54	111.35	120.87	155.19	176.13	166.59	134.94 ± 37.23
<b>A.A</b>	80.75	74.02	60.01	76.47	84.24	72.75	74.70 ± 8.37

Constatamos a partir da análise do quadro 8, que os nadadores atingem os valores mais elevados de força propulsiva nas seguintes fases e frequências de nado: A.L.I, na execução Ex5\_50br/min (176.13) e na execução EX4\_45br/min (155.19), tal como na ENT, para a execução EX6\_55br/min (143.39). Este facto poderá dever-se ao facto de a fase A.L.I, ser considerada umas das mais propulsivas ao longo do trajecto subaquático na técnica de crol. Por outro lado, os valores mais baixos de força propulsiva situam-se na sub-fase A.D, respectivamente, nas execuções EX2\_35br/min (25.30), Ex4\_45br/min (39.97) e Ex1\_30br/min (45.13).

Desta forma, verificou-se que as fases A.L.I e ENT apresentaram os valores mais elevados de força propulsiva ao longo das distintas execuções de nado, ao contrário das fases A.D e A.A que apresentaram valores mais baixos de força propulsiva.

**Quadro 9:** Valores absolutos de força propulsiva (N - Newton), em crol nas seis frequências de execução:

	EX1 30br/min	EX2 35br/min	EX3 40br/min	EX4 45br/min	EX5 50br/min	EX6 55br/min	X ± Dp
<b>Ent</b>	140.31	150.25	167.11	167.23	196.06	202.33	170.54 ± 24.53
<b>A.D</b>	116.30	93.49	134.57	114.1	140.22	138.14	122.80 ± 18.18
<b>A.L.I</b>	125.70	186.30	196.9	226.92	236.8	247.17	203.29 ± 44.62
<b>A.A</b>	136.13	126.91	127.00	150.48	134.47	160.36	139.22 ± 13.46

De acordo com o quadro anterior verificamos que, os valores absolutos de força propulsiva oscilam entre os 93.49 N e os 236.8 N em todas as fases e execuções de nado. O valor absoluto mais elevado de força propulsiva verificou-se na fase de nado A.L.I, para a execução EX6\_55br/min (247.17N) e o menor valor absoluto para a A.D, para a execução Ex2\_35br/min (93.49 N).

**Quadro 10:** Comparação entre os valores médios de força propulsiva para as seis frequências de execução de nado:

Execução	EX1 30br/min	EX2 35br/min	EX3 40br/min	EX4 45br/min	EX5 50br/min	EX6 55br/min
<b>EX1_30br/min</b>	-	.074	.000**	.000**	.000**	.000**
<b>EX2_35br/min</b>	.074	-	.085	.016*	.007**	.002**
<b>EX3_40br/min</b>	.000**	.085	-	.069	.011*	.007**
<b>EX4_45br/min</b>	.000**	.016*	.011*	-	.191	.457
<b>EX5_50br/min</b>	.000**	.007**	.011**	.191	-	.939
<b>EX6_55br/min</b>	.000**	.002**	.007**	.457	.939	-

\*Valores estatisticamente significativos para  $p \leq 0.05$ .

\*\*Valores estatisticamente significativos para  $p \leq 0.01$ .

De acordo com os resultados apresentados no quadro 8, verificam-se a existência de diferenças bastante significativas entre as execuções EX1\_30br/min com a EX3\_40br/min, EX4\_45br/min, EX5\_50br/min e EX6\_55br/min ( $p=0,01$ ) e somente diferenças significativas entre a EX2\_35br/min, EX4\_45br/min, EX5\_50br/min e EX6\_55br/min, tal como na EX3\_40br/min, EX5\_50br/min e EX6\_55br/min.

Verificamos que as frequências mais altas utilizadas (EX3\_40br/min, EX5\_50br/min e EX6\_55br/min) não obtiveram diferenças estatisticamente significativas, embora no quadro 5 os resultados dos valores médios absolutos dessas execuções sejam diferentes entre cada uma.

**Quadro 11:** Correlação de Pearson ( $r$ ) entre a VMPF (valores médios de força propulsiva) e o PF (pico de força propulsiva) nas frequências gestuais de 30 e 35 br/min.

		(PF) 30 br/m
Valores médios de Força	$r$	.776*
30 br/m	$p$	.024
		(PF) 35 br/m
Valores médios de Força	$r$	.881**
35 br/m	$p$	.004

\*Valores estatisticamente significativos para  $p \leq 0.05$

\*\*Valores estatisticamente significativos para  $p \leq 0.01$

Encontramos valores correlacionais entre produção máxima de força e a força média da execução 30 br/min e a bastante significativa entre a 35br/min.

**Quadro 12:** Correlação de Pearson ( $r$ ) entre a VMF (valores médios de força propulsiva) e o PF (pico de força propulsiva) nas frequências gestuais de 40 e 45 br/min.

		(PF) 40 br/m
Valores médios de Força	$r$	.734*
40 br/m	$p$	.038
		(PF) 45 br/m
Valores médios de Força	$r$	.752*
45 br/m	$p$	.031

\*Valores estatisticamente significativos para  $p \leq 0.05$

Encontramos valores correlacionais entre produção máxima de força e a força média da execução 40 br/min e 45br/min.

**Quadro 13:** Correlação de Pearson (r) entre a VMF (valores médios de força propulsiva) e o PF (pico de força propulsiva) nas frequências gestuais de 50 e 55 br/min.

		(PF) 50 br/m
Valores médios de Força	R	.726*
50 br/m	P	.041
		(PF) 55 br/m
Valores médios de Força	R	.531
55 br/m	P	.176

\*Valores estatisticamente significativos para  $p \leq 0.05$

Encontramos valores correlacionais entre produção máxima de força e a força média da execução 50 br/min, não encontramos qualquer correlação na execução 55br/min.

## **CAPITULO V: DISCUSSÃO DE RESULTADOS**

---

## Discussão de Resultados

Verificamos um incremento dos valores médios e máximos da força propulsiva ao longo das distintas execuções de nado, no que respeita à força média esta apresenta um aumento de 60%, e a força máxima cerca de 40%, podemos igualmente indicar que os valores da força média propulsiva possuem um incremento, da primeira para segunda execução de aproximadamente 9N diminuindo esse valor consecutivamente ao longo das execuções, sendo que a diferença da quinta para a sexta execução corresponde a 5N.

No que respeita aos valores encontrados no desvio padrão, relaciona-se com a heterogeneidade da amostra, pois esta apresenta nadadores com técnica predominante de crol e nadadores de outras técnicas de nado, existindo desta forma diferenças no tempo final na prova de 50m da amostra.

O pico máximo de força ocorre na A.L.I como constado por Troup (1991b e 1993), o valor médio da força propulsiva mais elevado ocorre na frequência de nado mais elevada, indicando que para aumentar a velocidade os nadadores consequentemente aumentam as força propulsivas como referem Taiar *et al.*, (1999), Sanders, *et al.*, (2001), e Toussaint, (2006) referem. Sendo neste caso uma frequência de execução elevada bem como os valores da força propulsiva. Por outro lado verificamos que durante os procedimentos protocolares os nadadores apresentaram diversas dificuldades tanto na tarefa de nado amarrado bem como na sincronização com as distintas frequências de nado.

Na duração os valores encontrados por ações são inferiores na execução 6, como seria de esperar pois a frequência é mais elevada. A A.D e A.A possuem os valores mais elevados de durações em todas as execuções de nado. A salientar o valor elevado da ação descendente na execução 30 braçadas/minuto, deduzindo que os nadadores efectuem deslize após a entrada para cumprir a frequência solicitada, constatando que esta possui uma duração superior às restantes. A referir que a execução 6 possui valores de duração menores que qualquer outra independentemente da execução realizada.

Encontramos valores máximos acima dos 200N nas três execuções finais na fase da A.L.I. Em todas as execuções, os valores de cada acção são

superiores a 100N como o referido por Dopsaj *et al.*, (2003), a excepção é a A.D da segunda execução.

As ações onde são verificados valores mais elevados de força propulsiva são na entrada e ação lateral interior, esta circunstância deve-se ao facto da entrada integrar a ação lateral interior e ação ascendente do braço contrário (Maglischo *et al.*, 1984). De acordo com Maglischo *et al.*, 1986, concluíram que os nadadores aplicam mais eficientemente a sua energia quando se concentram em executar com a máxima intensidade em fases do trajeto onde se sentem mais eficazes, poupando-se nas outras.

No que respeita à comparação entre as execuções de nado existe diferenças bastante significativas nos valores da força com as execuções 40, 45, 50, 55 braçadas/minuto, indicando o mesmo os valores da força a baixas frequências possuem diferenças significativas mais elevadas como refere Dopsaj *et al.*, (2003).

Em frequências mais elevadas possuem diferenças estatísticas significativas, no entanto não apresentam tanta robustez talvez pelo facto dos nadadores utilizarem mais essas frequências durante as sessões de treino.

Existe correlações entre o pico de força máxima e a força média propulsiva à excepção das frequências de maior valor, existindo correlação bastante significativa entre estas duas variáveis na execução 35 braçadas/minuto pois é normalmente utilizada pelos nadadores.



## **CAPITULO VII: CONCLUSÕES**

---

## CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos verificamos que nas distintas frequências e acções de nado os nadadores atingiram um diferenciado conjunto de valores da força propulsiva, no caso, concreto com o incremento da frequência de nado, existe um aumento dos valores de força propulsiva e consequentemente nas distintas fases propulsivas.

Constatamos que a A.L.I é a fase mais propulsiva das distintas fases no entanto a Entrada apresenta valores propulsivos elevados por esta integrar a acção lateral interior e acção ascendente do braço contrário.

Relativamente aos valores de força nas acções propulsivas os resultados demonstram que o nadador atinge um valor elevado de força propulsiva na entrada do braço, circunstância esta que se deve ao facto da entrada, integrar a acção lateral interior e acção ascendente do braço contrário.

## **CAPÍTULO VIII: RECOMENDAÇÕES FUTURAS**

---

### **Recomendações Futuras**

Ao longo do desenvolvimento deste trabalho foram surgindo limitações ao estudo, de igual forma enunciamos um conjunto de aspectos que deverão de ser incluídos em futuros estudos dentro da temática abordada.

Análise dos padrões técnicos na relação de nado amarrado e nado global.

Realizar a análise com nadadores com menor performance desportiva, nadadores do género feminino, nadadores de escalões de formação, aumentando o número da amostra.

Realizar a confrontação de resultados com valores de força “a seco”.

## CAPITULO VIII: REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Зациорски, В.М. (1982). *Спортивная Метрология*. Москва: Физкультура и спорт.

Adams II, T.A.; Martin, R.B.; Yeater, R.A.; Gilson, K.A. (1983). Tethered force and velocity relationships. *Swimming Technique*, Nov 83/Jan 1984: 21-26.

Akis, T.; Orcan, Y. (2004). Experimental and analytical investigation of the mechanics of crawl stroke swimming. *Mechanics Research Communication*, 31 243-261.

Alberty, M.; Potdevin, F.; Dekerle, J.; Pelayo, P.; Gorce, P.; Sidney, M.(2008). Changes in swimming technique during time to exhaustion at freely chosen and controlled stroke rates. *Journal of Sports Sciences*; 26: 1191-1200.

Albernethy, P.; Wilson, G.; Logan, P. (1995). Strength and Power Assessment. *Journal of Sports Medicine* 19 (6), p. 401-417.

Alley, L. E. (1952). "An analysis of water Resistance and propulsion in swimming". *Res. Quart.*, 23: 253-270.

Alves, F. (1995). Analysis of swimming reces. *Abstracts of the XIVeme Congres de la Société Internationale de Biomécanique*. Paris.

Alves, F. (1996). Economia de nado, técnica e desempenho competitivo nas técnicas alternadas. *Natação*, 5(28) Separata: 1 - 19.

Alves, F.; Gomes-Pereira, J.; Pereira, F. (1996). Determinants of energy cost of front-crawl and backstroke swimming and competitive performance. In J. Troup, *et al.*, (Eds), *Biomechanics and Medicine in Swimming VII*, (pp. 185-191). London: E & FN Spon.

Alves, F.; Santos, P.M.; Veloso, A.; Pinto Correia, I.; Gomes-Pereira, J. (1994). Measurement of intercycle power variation in swimming. *Portuguese Journal of Human Performance Studies*, 10: pp. 69-75.

- Alves, F.; Vilas-Boas, J. (1997). Avaliação da força propulsiva na natação. In Actas do 1º Seminário Internacional das técnicas simétricas. FCDEF-UP, Porto.
- Alves, F. (2000). Avaliação da força específica em natação pura.» In: Associação Portuguesa de Técnicos de Natação (eds), actas do XXI Congresso Técnico Científico da APTN, VI Ibérico (AETN), Vila Real.
- Arellano, R. (1988). Registro computarizado de la fuerza propulsiva en el nadador y su utilización en sistemas de biofeedback (abs). In Congresso Mundial - AIESEP, Madrid, p. 46.
- Barbosa, T.; Bragada, J.; Reis, V.; Marinho, D.; Carvalho, C.; Silva, A. (2010). Energetics and biomechanics as determining factors of swimming performance: Updating the state of the art. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13, 262-269.
- Barbosa, T.; Fernandes, R.; Keskinen, K.; Colaço, P.; Cardoso, C.; Silva, A.; Vilas-Boas, J. (2006a). Evaluation of the energy expenditure in competitive swimming strokes. *International Journal of Sports Medicine*, 27:1-6.
- Barbosa, T.; Fernandes, R.; Morouço, P. Vilas-Boas, J. (2008). Predicting the intra-cyclic variation of the velocity of the centre of mass from segmental velocities in butterfly stroke: a pilot study. *Journal of Sport Science and Medicine*; 7: 201-209.
- Barbosa, T.; Lima, F.; Portela, A.; Novais, D.; Machado, L.; Colaço, P.; Gonçalves, P.; Fernandes, R.; Keskinen, K.; Vilas-Boas, J. (2006b). Relationships between energy cost, swimming velocity and speed fluctuation in competitive swimming strokes. In: Vilas-Boas JP, Alves F, Marques A (eds). *Biomechanics and Medicine in Swimming X. Portuguese Journal of Sport Sciences*. 6(supl 2): 192-194.
- Berger, M. A. M.; de Groot, G.; Hollander, A. P. (1995). "Hydrodynamic drag and lift forces on human hand/arm models". In.:J. Biomechanics, 28(2): 1,5-133.

- Berger, M.A.M.; Hollander, A.P.; De Groot, G. (1997). Technique and energy losses in front crawl swimming. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 29 (11): 1491-1498.
- Benjanuvatra, N.; Blanksby, B. A.; Elliott, B. C. (2001). Morphology and hydrodynamic resistance in young swimmers. *Pediatric Exercise Science*, 13, 246–255.
- Bollens, E.; Annemans, L.; Vaes, W.; Clarys, J.P. (1988). Peripheral EMG comparison between fully tethered and free front crawl swimming. In B.E. Ungerechts, K. Reischle, & K. Wilke (Eds.), *Swimming Science V* (pp. 173-181). Champaign: Human Kinetics.
- Bonen, A.; Wilson, B.A.; Yarkony, M.; Belcastro, A.N. (1980). Maximal oxygen uptake during free, tethered, and flume swimming. *J Appl Physiol*, 48 (2): 232.
- Bompa, T. (1999). *Periodization training for sports*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Cabri, J.M.H.; Annemans, L.; Clarys, J.P.; Bollens, E.; Publie, J. (1988). The relation of stroke frequency, force, and emg in front crawl tethered swimming. In: Ungerechts, B.E.; Wilke, K.; Reischle, K. (eds.) *Swimming Science V*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Cappaert, J.; Pease, D.L.; Troup, J.P. (1995). Three dimensional analysis of the men's 100-m freestyle during the 1992 Olympic Games. *Journal of Applied Biomechanics*, 11: 103-112.
- Cazorla, G. (1993). Tests spécifiques d'évaluation du nageur. Association pour la recherche et l'évaluation en activité physique et en sport. Cestas.
- Carzola, G.; Montpetit, R.; Prokop, P.; Cervetti, J.P. (1984). De l'évaluation des nageurs de haut niveau...a la detection de jeunes "talents". *Travaux et Recherches*, 7: 185-208.
- Clarys, J. (1979). Human morphology and hydrodynamics. In J. Terauds e W. Beddingfield (eds.), *Swimming III – Third International Symposium of Mechanics in Swimming*, pp. 3- 41. University Park Press, Baltimore.



- Chollet, D. (1990). *Approche scientifique de la natation sportive*. Paris: Editions Vigot.
- Christensen, C.L.; Smith, G.W. (1987). Relationship of maximum sprint speed and maximal stroking force in swimming. *J Swimming Res*; 3(2): 18-20.
- Costill, D.; King, D.; Holdren, A.; Hargreaves, M. (1983). "Sprint speed vs swimming power". *Swimming Technique*, 20-22.
- Costil, D.; Kovaleski, J.; Porter, D.; Kirwan, J.; Fielding, R.; King, D. (1985). Energy expenditure during front crawl swimming: predicting success in middle-distance events. *Int J Sports Med*, 6 (5): 266-270.
- Costill, D.; Maglischo, E.; Richardson, A. (1992). *Swimming. Handbook of Sports Medicine and Science*. Oxford.
- Costill, D.L.; Rayfield, F.; Kirvan, J.; Thomas, R. (1986). A computer based system for the measurement of force and power during front crawl swimming. *J Swimming Res*; 2: 16-19.
- Costill, D.L.; Sharp, R.; Troup, J. (1980). Muscle strength: contributions to sprint swimming. *Swimming World*, 21 (2), 29-34.
- Counsillman, J. (1988). *La natación – ciencia y técnica para la preparación de campeones*. Editorial Hispano Europea, S.A. Barcelona.
- Di Prampero, P.E.; Pendergast, D.R.; Wilson, D.R.; Rennie, D.W. (1974). Energetics of Swimming Man. *Journal of Applied Physiology*, 37(1), Jul 1-5.
- Dopsaj, M.; Matković, I.; Thanopoulos, V.; Okicic, T. (2003). Reability and validity of Basic kinematics and mechanical characteristics of pulling force in swimmers measured by the method of tethered swimming with maximum intensity of 60s. *Facta Universitatis, Series: Physical Education and Sport* Vol. 1, No 10, pp. 11 – 22.
- Filho, D.M.; Denadai, B.S. (2008). Mathematical basis for modeling swimmer power output in the front crawl tethered swimming: an application to aerobic evaluation. *The Open Sports Sciences Journal*; 1: 31-37.

- Gergley, T.J.; McArdle, W.D.; DeJesus, P.; Toner M.M.; Jacobowitz, S.; Spina, R.J. (1984). Specificity of arm training on aerobic power during swimming and running. *Med Sci Sports Exerc*, 16 (4): 349-354.
- Goldfuss, A.J.; Nelson, R.C. (1970). A temporal and force analysis of the crawl stroke during tethered swimming. In L. Lewillie; J.P Clarys (Eds.), First International Symposium on “*Biomechanics in Swimming, Waterpolo and Diving*”, 129-142. Université Libre de Bruxelles, Brussels.
- Hay, J. G. (1985). *Swimming. In: The Biomechanics of Sports Techniques. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs. NJ.*
- Hollander, A. P.; De Groot, G.; Van Ingen Schenau, G. J.; Kahman, R. ; Toussaint, H. M. (1988). “Contribution of the legs in front crawl swimming.” In: B. E. Ungerechts, K. Wilke e K. Reichle (eds.), *Swimming Science V* pp. 39-44, Human Kinetics Publishers. Champaign, Illinois.
- Holmér, I. (1974a). Physiology of swimming man, *Acta Physiology Scandinavian*, (supl. 407).
- Holmér, I. (1975). Efficiency of breaststroke and freestyle swimming”. In: J. P. Clarys e L. Lewillie (eds.), *Swimming II* pp. 130-136. University Park Press, Baltimore.
- Hólmer, I. (1979). Analysis of acceleration as a measure of swimming proficiency. In: J. Terauds, E. W. Bedingfield (Eds), *Swimming III*, pp. 118-126. Baltimore: University Park Press.
- Hooper, L.; Mackinnon, T.; Ginn, M. (1998). Effects of three tapering techniques on the performance, forces and psychometric measures of competitive swimmers. *European Journal of Applied Physiology*, 73(3), 258-263.
- Hopkins, W. G.; Schabort, E. J.; Hawley, J. A. (2001). Reliability of power in physical performance tests. *Sports Medicine*, 31(3), 211-234.
- 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.

Ikuta, Y.; Wakayoshi, K.; Nomura, T. (1996). Determination and validity of critical swimming force as performance index in tethered swimming. In: J.P. Troup; A.P. Hollander; D. Strass; S.W. Trappe; J.M. Cappaert; T.A. Trappe (Eds.), *Biomechanics and Medicine in Swimming VII*, 146-151.

Karsai, I.; Silva, A.; Garrido, N.; Louro, H.; Magyar, F.; Ángyán, L.; Alves, F. (2008). Estimation of the swimming propelling ability (pilot study). Book Of Abstracts 13<sup>th</sup> ECSS- Estoril. Digital Version.

Karsai, I.; Garrido, N.; Louro, H.; Leitão, L.; Magyar, F.; Alves, F.; Silva, A. (2010). Force production and spatial arm coordination profile in arm crawl swimming in a fixed position. *Acta Physiol Hungary*, 97 (4):385-92.

Kemper, H.C.G.; Verschuur, R.; Clarys, J.P.; Jiskoot, J.; Rijken, H. (1976). "Efficiency in swimming the front crawl". In: P.V. Komi (ed.), *Biomechanics VB*, pp. 243-249. University Park Press, Baltimore.

Keskinen, K. (1993). *Stroking characteristics of front crawl swimming*. Jyväskylä: University of Jyväskylä - Studies in Sport, Physical Education and Health, 31.

Keskinen, K.; Komi, P. (1993). Intracycle variation in force, velocity and power as a measure of technique performance during front crawl swimming. *Proc. of the XIVth ISB Congress of Biomechanics*; p. 676-677.

Keskinen, J.; Tilli, L.; Komi, P. (1989). "Maximum velocity swimming-interrelationships of stroking characteristic force production and anthropometric variables". *Journal of Sports Science*, 11, pp.87-92.

Keskinen, P.L.; Thorsvald, K. (2006). A tethered swimming power test is highly reliable. In: J.P. Vilas-Boas; F. Alves; A. Marques (Eds.), *Biomechanics and Medicine in Swimming X*, 231-233.

- Klauck, J.;Daniel, K. (1992). "Force and velocity characteristics of land training devices in swimming". *Biomechanics and Medicine in Swimming*, p. 219-223. G. Britain. E. & Enson.
- Lavoie, J.M.; Léger, L.; Leone, M.; Provencher, P.J. (1985). A maximal multistage swim test to determine the functional and maximal aerobic power of competitive swimmers. *Journal of Swimming Research*, 1 (2): 17-22.
- Liu, Q. (1991). The relationship between body roll and handpath during the pull phase in freestyle swimming (abs). *ISB Newsletter*, 44:8.
- Magel, J.R. (1970). Propelling force measured during tethered swimming in the four competitive swimming styles. *Res Q*; 41(1): 68-74.
- Magel, J.R. (1971). Comparison of the physiologic response to varying intensities of submaximal work in tethered swimming and treadmill running. *J Sports Med phys Fitness*, 11 (4): 203-212.
- Magel, J.R.; McArdle, W.D. (1970). Propelling force and metabolic and circulatory considerations in swimming. *Scholastic Coach*, 40: 58-67.
- Maglischo, C.W.; Maglischo, E.W.; Sharp, R.L.; Zier, D.J.; Katz, A. (1984). Tethered and nontethered crawl swimming. In J. Terauds, K. Barthels, E. Kreighbaum, R. Mann, & J. Crakes (Eds.), *Sports Biomechanics - Proceedings of ISBS* (pp. 163-176). Del Mar, Ca: Academic Publishers.
- Maglischo, E.W. (1986). *Nadar mas rapido – tratado completo de natacion*. Editorial Hispano Europea, S.A., Barcelona.
- Maglischo, E. (1993). *Swimming Even Faster*. Mayfield Publishing Company.
- Maglischo, E. (1995). "Nadar mas rapido, Tratado Completo de Natacion". Ed Hispano Europa, S.A., Barcelona.
- Marinho, D.; Rouboa, A.; Alves, F.; Persyn, U.; Garrido, N.; Vilas-Boas, J.P.; Barbosa, T.; Reis, V.; Moreira, A.; Silva, A. (2007). *Modelos Propulsivos, Novas Teorias Velhas Polémicas*, Sector Editorial dos SDE/UTAD, Vila Real.

Martin, R.B.; Yeater, R.A.; White, M.K. (1981.) A simple analytical model for the crawl stroke. *Journal of Biomechanics*, 14:539–548.

Michell, J.B.; Huston, J.S. (1993). The effect of high and low intensity warm-up on the physiological responses to a standardized swim and tethered swimming performance. *Journal of Sports Sciences*, 11 (2):159-165.

Miyashita, M.; Kanehisa, H. (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.

Morouço, P.; Neiva, H.; Marinho, D.; Marques, M. (2011). Nado Amarrado ferramenta para Avaliação Biofísica de Nadadores, Actas 34º Congresso de APTN; XI Congresso Ibérico. Ílhavo.

Morouço, P.; Soares, S.; Vilas-Boas J.; Fernandes, R. (2008). Correlation of tethered swimming with swimming performance. *Archivos de medicina del deporte*, XXV (6) 128, p. 512.

Morouço, P.; Soares, S.; Vilas-Boas, J.; Fernandes, R. (2008) Force characteristics of elite swimmers in a 30 s tethered swimming test. *Journal of Sports Sciences*; 26 (S1): 11-12.

Müller, E.; Benko, U.; Raschner, C.; Schwameder, H. (2000). Specific fitness training and testing in competitive sports. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(1), 216-220.

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. *Med Sci Sports Exerc*, 19 (5): 486-490.

Papoti, M.; Martins, L.E.B.; Cunha, S.A.; Freitas, P.B.; Gobatto, C.A. (2002). Effects of taper on swimming force and performance after a 10 week training program. In: Maria Koskolou; Nickos Geladas; V. Klissouras (Eds.), *Proceedings of the 7th Annual Congress of the European College of Sport Science*, Athens, Greece.

Peyrebrune, M.; Robison, J.; Lakomy, H.; Nevil, M. (2003). Effects of controlled frequency breathing on maximal tethered swimming performance. In: J.C Chatard (Eds.), *Biomechanics and Medicine in Swimming IX*, 289-294. Publications de l'Université de Saint-Étienne, Saint-Étienne, France.

Provencher, P.J.; Lavoie, J.M.; Montpetit, R. R. (1985). Mesure dynamique de la force propulsive maximale en natation. *Rev. Queb. Activ. Phys.* 3.

Raposo, A. (2005). *A Força no Treino com Jovens na Escola e no Clube*. Lisboa: Editorial Caminho.

Reilly, M.; Kame, V.; Termin, B.; Tedesco, M.; Pendergast, D. (1990). "Relationship Between Freestyle Swimming Speed and Stroke Mechanics to Isokinetics Muscle Function". *Journal of Swimming Research*, vol.6, nº3, pp.16-21. New York.

Ria, B.; Falgarette, G.; Robert, A. (1990). "Assessement of the mechanical power in the young swimmer". *J. Swimming Reseach*, vol. 6, nº3, pp. 11-15, France.

Ria, B.; Van Praagh, E.; Falgairette, G. (1986). Forces maximales propulsives et coordination motrice des sprinters en nage libre. *Cinesiologie*, 25:121-126.

Ribeiro, J. (2010). Avaliação do efeito da profundidade no arrasto hidrodinâmico durante o deslize subaquático. Tese de Mestrado, Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto.

Ribeiro, S. (2007). Avaliação Indirecta da Funcionalidade Anaeróbia de Nadadores de Diferentes Estatuto Maturacional com Recurso a Testes Laboratoriais e de Terreno. Tese de Doutoramento no Ramo de Ciências do Desporto, Porto.

Richards, R.J. (1996). *Coaching Swimming. An Introductory Manual*. Dickson: Australian Swimming Inc.

Rinehardt, K.F.; Kraemer, R.R.; Gormely, S.; Colan, S. (1991). Comparison of maximal oxygen uptakes form the tethered, the 183 and 457 meter unimpeded supramaximal freestyle swims. *Int J Sports Med*, 12(1): 6-9.

- Rohrs, D.M.; Mayhew, J.L.; Arabas, C.; Shelton, M. (1990). The relationship between seven anaerobic tests and swim performance. *Journal of Swimming Research*, 6 (4): 15-19.
- Sanders, R. (2002). The new model for analysing mid-pool swimming. *Proceedings of XIX International Symposium on Biomechanics in Sports*. Cáceres, Spain.
- Sanders, R.; Rushall, B.; Toussaint, H.M.; Stager, J.; Takagi, H. (2001). Bodysuit yourself: but first think about it. *Journal of Turbulence*.
- Schleithauf, E.; Gray, L.; De Rose, J. (1983). Three-dimensional analysis of hand propulsion in the sprint front crawl stroke. In: Hollander, P.; Huijing, P.; De Groot, G. (Eds.), *Biomechanics and medicine in swimming*, pp. 173-183. Champaign: Human Kinetics.
- Schleithauf, R.E. (1979). A hydrodynamic analysis of swimming propulsion. In: J. Terauds & E.W.
- Schleithauf, R.E.; Higgins, J.R.; Hinrichs, R.; Luedtke, D.L.; Maglischo, E.W.; Maglischo, C.W.; Thayer, A.L. (1988). Propulsive Techniques: Front Crawl Stroke, Butterfly, Backstroke, and Breaststroke. In Ungerechts, B.E.; K. Reischle and K. Wilke (eds) (1988). *Swimming Science V*: 53-59, HK, Champaign.
- Seifert, L.; Chollet, D.; Allard, P. (2005). Arm Coordination Symmetry and breathing effect in front crawl. *Hum Mov Sci*; 24: 234 – 256.
- Sidney, M.; Pelayo, P.; Robert, A. (1996). Tethered forces in crawl stroke and their relationship to anthropometrics characteristics and sprint swimming performance. *Journal of Human Movement Studies*, 31, 1-12.
- Silva, A. (1995). “Factores determinantes da economia de nado”. In.: Tese de mestrado em treino de alto rendimento. Universidade Técnica de Lisboa – Faculdade de Motricidade Humana. Lisboa.
- Silva, A.; Marques, A.; Costa, A. (2009). Identificação de Talentos no Desporto: Um Modelo Operativo para a Nataação, Texto Editora, Alfragide.

Smith, D.J.; Norris, S.R.; Hogg, J.M. (2002). Performance evaluation of swimmers: scientific tools. *Sport Med*; 32: 539-554.

Soares, S. (2007). Avaliação indirecta da funcionalidade Anaeróbia de Nadadores de Diferente Estatuto Maturacional com recurso a Testes laboratoriais e de Terreno. Doctoral Thesis in Sport Sciences. University of Porto, Faculty of Sport.

Strauss, 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.

Strauss, D.; Haberer, K.; Ungerechts, B. (1990). "Strength training and sprint performance at swimmers". 6<sup>th</sup> International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming – Liverpool.

Strojnik, V.; Bednarik, J.; Strumbelj, B. (1999). Active and passive drag in swimming. In: K.L. Keskinen; P.V. Komi; A.P. Hollander (Eds.), *Biomechanics and Medicine in Swimming VIII*, 113-117. University of Jyväskylä, Finland.

Svec, O. (1982). "Biofeedback for pulling efficiency. In.: Swi. Tech., 19: 38-46.

Swaine, I.L.; Doyle, G.; (1999). Relationships between the mean arm-pulling and leg-kicking power output of semi-tethered and simulated front crawl swimming. In: K.L. Keskinen; P.V. Komi; A.P. Hollander (Eds.), *Biomechanics and Medicine in Swimming VIII*, 363-368. University of Jyväskylä, Jyväskylä.

Taiar, R.; Sagnes, P.; Henry, C.; Dufour, A.; Rouard, A. (1999). Hydrodynamics optimization in butterfly swimming: position, drag coefficient and performance. *Journal of Biomechanics*. 32(8): 803-810.

Takagi, H.; Wilson, B. (1999). Calculating hydrodynamic force by using pressure differences in swimming, in Keskinen, K.; Komi, P.; Hollander, A.P. (Editors), *Biomechanics and Medicine in Swimming VIII* (pp. 101-106). Jyväskylä: Department of Biology of Physical Activity, University of Jyväskylä, Jyväskylä, Finland.



Tanaka, H.; Costill, D. L.; Thomas, R.; Fink, W.J.; Widrick, J.J. (1993). Dry-land resistance training for competitive swimming. *Med Sci Sports Exerc*, 25 (8): 952-959.

Taylor, S.R.; Lees, A.; Stratton, G.; MacLaren, D.P.M. (2001). Reliability of force production in tethered freestyle swimming among competitive age-group swimmers. *Journal of Sports Sciences*, 19, 12-13.

Taylor, S.; Maclaren, D.; Stratton, G; Lees, A. (2003). The Effects of Age, Maturation and Growth on Tethered Swimming Performance. *Proc. Of the IX Biomechanics and Medicine in Swimming*; p. 185-190.

Tourny-Chollet, C.; Seifert, L.; Chollet, D. (2009). Effect of Force Symmetry on Coordination in Crawl. *Int J Sports Med*, 30: 182 – 187

Toussaint, H. (1992). Performance determining factors in front crawl swimming. In: D. Maclaren, T. Reilly, Lers (eds.), *Biomechanics and Medicine in Swimming*. Swimming Science; VI pp. 13-32. E & Spon, London.

Toussaint, H. (2006). Technology applied to optimize training for improvement of front-crawl swimming performance. *Book Of Abstracts Biomechanics and Medicine in Swimming*. Revista Portuguesa de Ciências do Desporto Vol.6. supl.2, 205-210.

Toussaint, H.M.; Hollander, A.P.; De Groot, G.; Van Ingen Schenau, G.J.; Vervoorn, K.; De Best, H.; Meulemans, A.; Schreurs, W. (1988b). “Propelling efficiency of front crawl swimming. In.: B.E. Ungerechts, K. Wilke e K. Reichle (eds.), *Swimming Science V*, Human Kinetics Publishers. Champaign, Illinois.

Toussaint, H.; Van Den Berg, C.; Beek, W.J. (2002). “Pumped-up propulsion” during front crawl swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34 (2): 314-319.

Troup, J. (1988). “Treino de Força para nadadores jovens e seniores”. *Revista Natação*, vol. 1, n.º 1, p.3-5.

Troup, J. (1991b). VIth World Swimming Championships vídeo analysis Project. FINA – U.S, Swimming Sports Medicine and Science.

Troup, J. (1993). *Analysis of the swimming Events in the 1992 Summer Olympic Games*. FINA – U.S. Swimming Sports Medicine and Science.

Vilas-Boas, J. (1991). *Utilização da frequência cardíaca na avaliação da intensidade do esforço e no controlo do treino em natação. Desporto. Saúde. Bem-Estar* (pp.247-274).

Vilas-Boas, J. (1991). *A técnica em natação pura desportiva*. Documento de apoio à disciplina de Metodologia I – Natação. Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto. Porto, Portugal.

Vilas-Boas, J. (1993). Bases mecânicas da natação: Arrasto hidrodinâmico e propulsão. In *sebenta de Mestrado em treino de alto rendimento – natação*. Faculdade de Motricidade Humana-ULT, Cruz Quebrada.

Vilas-Boas, J. (1996). *Bases Mecânica da Natação*. Porto: Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto.

Vorontsov, A.R.; Dyrco, V.V.; Binevsky, D.A.; Solomatin, V.R.; Sidorov, N.N. (1999b). Patterns of growth for some characteristics of physical development, functional and motor abilities in Boy swimmers 11-18 years. In: K.L. Keskinen; P.V. Komi; A.P. Hollander (Eds.), *Biomechanics and Medicine in Swimming VIII*, 327-335. University of Jyväskylä, Jyväskylä, Finland.

Yeater, R.; Martin, B.; White, M. K.; Gilson, K. (1981). Tethered swimming forces in the crawl, breast and back strokes and their relationship to competitive performance. *Journal of Biomechanics*, 14(8), 527-537.

Wilke, K. (1992). Analysis of sprint swimming: the 50m freestyle'. In: MacLaren, D., Reilly, T. and Lees, A. (Eds.): *Biomechanics and Medicine in Swimming, Swimming Science VI*, (pp. 33-46). London: E. & F. Spon.

Wilson, G.J.; Murphy, A.J. (1996). Strength diagnosis: The use of test data to determine specific strength training. *Journal of Sports Sciences*, 14(2), 167-173.

Wirtz, W.; Bieder, A.; Wilke, K.; Klauck, J. (1999). Semi-tethered swimming as a diagnostic tool for swimming technique and physical performance. In: K.L.

Keskinen; P.V. Komi; A.P. Hollander (Eds.), *Biomechanics and Medicine in Swimming VIII*, 327-335. University of Jyväskylä, Jyväskylä, Finland.

Zamparo, P. (2006). Effects of age and gender on the propelling efficiency of the arm stroke. *European Journal Applied Physiological*; 97:52–58.

## CAPITULO VIII: ANEXOS

---

Teste de T da comparação de valores médios das 5 execuções.

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	A-Mciclo - B-Mciclo	-7,7993468	10,5161694	3,7180273	-16,5910845	,9923908	-2,098	7	,074
Pair 2	A-Mciclo - C-Mciclo	-18,0580968	5,7260194	2,0244536	-22,8451688	-13,2710249	-8,920	7	,000
Pair 3	A-Mciclo - D-Mciclo	-27,2493468	12,0906725	4,2746983	-37,3574020	-17,1412917	-6,375	7	,000
Pair 4	A-Mciclo - E-Mciclo	-33,4643468	14,9523271	5,2864459	-45,9648051	-20,9638886	-6,330	7	,000
Pair 5	A-Mciclo - F-Mciclo	-32,9418468	10,5378460	3,7256912	-41,7517066	-24,1319871	-8,842	7	,000
Pair 6	B-Mciclo - C-Mciclo	-10,2587500	14,4766318	5,1182623	-22,3615171	1,8440171	-2,004	7	,085
Pair 7	B-Mciclo - D-Mciclo	-19,4500000	17,3210013	6,1238987	-33,9307195	-4,9692805	-3,176	7	,016
Pair 8	B-Mciclo - E-Mciclo	-25,6650000	19,3245869	6,8322732	-41,8207589	-9,5092411	-3,756	7	,007
Pair 9	B-Mciclo - F-Mciclo	-25,1425000	15,0345618	5,3155203	-37,7117083	-12,5732917	-4,730	7	,002
Pair 10	C-Mciclo - D-Mciclo	-9,1912500	12,1290353	4,2882616	-19,3313773	,9488773	-2,143	7	,069
Pair 11	C-Mciclo - E-Mciclo	-15,4062500	12,7607780	4,5116163	-26,0745274	-4,7379726	-3,415	7	,011
Pair 12	C-Mciclo - F-Mciclo	-14,88375	11,19836	3,95922	-24,24581	-5,52169	-3,759	7	,007
Pair 13	D-Mciclo - E-Mciclo	-6,2150000	12,1347541	4,2902835	-16,3599083	3,9299083	-1,449	7	,191
Pair 14	D-Mciclo - F-Mciclo	-5,6925000	20,4417841	7,2272621	-22,7822592	11,3972592	-,788	7	,457
Pair 15	E-Mciclo - F-Mciclo	,5225000	18,6858875	6,6064589	-15,0992929	16,1442929	,079	7	,939

**Correlations**

		BR30D	BR30DM	BR35D	BR35DM
BR30D	Pearson Correlation	1	,776 <sup>*</sup>	,849 <sup>**</sup>	,516
	Sig. (2-tailed)		,024	,008	,191
	N	8	8	8	8
BR30DM	Pearson Correlation	,776 <sup>*</sup>	1	,675	,469
	Sig. (2-tailed)	,024		,066	,241
	N	8	8	8	8
BR35D	Pearson Correlation	,849 <sup>**</sup>	,675	1	,881 <sup>**</sup>
	Sig. (2-tailed)	,008	,066		,004
	N	8	8	8	8
BR35DM	Pearson Correlation	,516	,469	,881 <sup>**</sup>	1
	Sig. (2-tailed)	,191	,241	,004	
	N	8	8	8	8

Correlação de Pearson (r) entre a força média de ciclo e o pico máximo de força nas frequências gestuais de 30 e 35 br/min;

Correlação de Pearson (r) entre a força média de ciclo e o pico máximo de força na frequência gestual de 40 e 45 br/min.

**Correlations**

		BR40D	BR40DM	BR45D	BR45DM
BR40D	Pearson Correlation	1	,734 <sup>*</sup>	,913 <sup>**</sup>	,552
	Sig. (2-tailed)		,038	,002	,156
	N	8	8	8	8
BR40DM	Pearson Correlation	,734 <sup>*</sup>	1	,869 <sup>**</sup>	,915 <sup>**</sup>
	Sig. (2-tailed)	,038		,005	,001
	N	8	8	8	8
BR45D	Pearson Correlation	,913 <sup>**</sup>	,869 <sup>**</sup>	1	,752 <sup>*</sup>
	Sig. (2-tailed)	,002	,005		,031
	N	8	8	8	8
BR45DM	Pearson Correlation	,552	,915 <sup>**</sup>	,752 <sup>*</sup>	1
	Sig. (2-tailed)	,156	,001	,031	
	N	8	8	8	8

Correlação de Pearson (r) entre os valores médios da força e o pico máximo de força nas frequências gestuais de 50 e 55 br/min.

Correlations		BR50D	BR50DM	BR55D	BR55DM
BR50D	Pearson Correlation	1	,726*	,904**	,646
	Sig. (2-tailed)		,041	,002	,084
	N	8	8	8	8
BR50DM	Pearson Correlation	,726*	1	,666	,969**
	Sig. (2-tailed)	,041		,072	,000
	N	8	8	8	8
BR55D	Pearson Correlation	,904**	,666	1	,531
	Sig. (2-tailed)	,002	,072		,176
	N	8	8	8	8
BR55DM	Pearson Correlation	,646	,969**	,531	1
	Sig. (2-tailed)	,084	,000	,176	
	N	8	8	8	8

