

## **Existe alguma relação entre força isocinética, força em situação de nado amarrado e performance? Um estudo piloto em jovens nadadores.**

**João Peixe<sup>1</sup>, Pedro Morouço<sup>2,4</sup>, Nuno Amaro<sup>2,5</sup>, Daniel A. Marinho<sup>3,5</sup>, Nuno Batalha<sup>1,5</sup>**

### **Introdução**

A natação está entre as modalidades desportivas mais difundidas e populares do mundo (Platonov, 2005). O tema da capacidade de produção de força e equilíbrio muscular está presente em qualquer modalidade desportiva. Para tal, a investigação científica tem ido ao encontro deste tema, com o intuito de perceber a importância de um bom equilíbrio muscular na prevenção de lesões (Ellenbecker et al., 2003; Batalha et al., 2012; Batalha et al., 2013; Evershed et al., 2013), que frequentemente surgem no desempenho das modalidades desportivas e que deitam por terra objetivos e trabalhos realizados em prol desses fins.

Na Natação Pura Desportiva este tema tem sido bastante investigado e debatido, com grande incidência ao nível dos rotadores do ombro (Batalha et al., 2015; Yanai & Hay, 2012). Na natação o complexo articular do ombro é frequentemente solicitado aquando da realização das técnicas de nado, dando origem a lesões de sobrecarga (Ebaugh, McClure, & Karduna, 2006). Por outro lado, existem evidências que comprovam que o treino aquático promove desequilíbrios musculares nos rotadores dos ombros (Batalha et al., 2015) e que este desequilíbrio poderá estar associado a futuras lesões na articulação (Byram et al., 2010) Parece assim ser determinante promover o equilíbrio na relação entre agonistas e antagonistas.

---

1 Departamento de Desporto e Saúde, Escola de Ciência e Tecnologia, Universidade de Évora, Évora

2 Instituto Politécnico de Leiria, Escola Superior de Educação e Ciências Sociais, Leiria

3 Universidade da Beira Interior, Departamento de Ciências do Desporto, Covilhã

4 Instituto Politécnico de Leiria, Centro para o Desenvolvimento Rápido e Sustentado do Produto (CDRsp)

5 Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD)

A literatura, na sua maioria, apenas estuda a relação entre os rotadores internos (RI) e rotadores externos (RE) e a produção de força dos mesmos através de aparelhos isocinéticos (que medem o momento de força a uma velocidade angular constante). Contudo, este método de avaliação é realizado fora do ambiente específico de atuação do nadador, isto é, fora de água, sendo realizado em ambiente controlado, no laboratório. Com vista a tentar ultrapassar esta limitação, propomo-nos abordar ao longo deste estudo uma metodologia que nos permite realizar uma avaliação de forças numa situação de nado real, o designado nado amarrado. O nado amarrado começou a ser utilizado no início dos anos 70 (Magel, 1970), tendo como objetivo medir a força propulsiva nas quatro técnicas de nado. Esta metodologia, recorrendo a um planímetro, permitia medir a força máxima que o atleta realiza dentro de água. Teoricamente, esta força corresponde à força propulsiva necessária para que o atleta consiga vencer a resistência da água durante o seu nado (Morouço et al., 2011; Morouço et al., 2014). Mais, o nado amarrado é considerado um teste ergométrico (que controla e quantifica a carga de trabalho a ser exercida pelo indivíduo sob teste), bastante fiável uma vez que todo o protocolo é realizado no ambiente específico (água) e não manipulado (laboratório) (Filho & Denadai, 2008).

Desta forma, considerando o que foi exposto anteriormente, o objetivo do presente estudo foi verificar se existe uma relação entre a força realizada fora de água (força isocinética), a força realizada na água (nado amarrado) e a performance de nado. Adicionalmente, pretendeu-se realizar uma caracterização da amostra por género nas variáveis em estudo. Uma vez que não temos conhecimento de qualquer estudo que tenha abordado este tema, foi levantada a hipótese de que a força isocinética se correlaciona quer com a força realizada na situação de nado amarrado, quer com a performance nos 50m crol.

## **Material e métodos**

### *Amostra*

Vinte e dois jovens nadadores (Tabela 1), divididos em masculinos (N=14) e femininos (N=8), foram avaliados no início de época ao nível da força isocinética, nado amarrado e prestação nos 50m crol. Todos os participantes neste estudo e respetivos encarregados de educação foram informados sobre os objetivos das avaliações e proto-

colos a que foram submetidos, tendo posteriormente assinado uma declaração na qual era cedida a autorização para realizar o estudo. Todos os procedimentos foram previamente aprovados pela comissão de ética da área de saúde e bem-estar da Universidade de Évora (processo: GD/41657) e estiveram de acordo com a declaração de Helsínquia de 1975.

**Tabela 1.** Caracterização da amostra.

	Nadadores (N=22)	Masculinos (N=14)	Femininos (N=8)	<i>p</i>
Idade (anos)	13.82 ± 1.53	14.07±1.20	13.82±1.53	.317
Massa corporal (kg)	50.7 ± 9.52	53.17±9.06	46.37±9.27	.108
Altura (cm)	163.31 ± 8.58	166.36±7.00	157.98±8.87	.023
Envergadura (cm)	165.62 ± 9.93	169.41±7.60	159.00±10.46	.014
Anos de prática	5.64±1.21	6.14±1.23	4.75±.463	.028

*P* – Valores de comparação entre género – Teste *T* para amostras independentes

### *Procedimentos*

A força isocinética foi avaliada no dinamómetro isocinético (Biodex System 3 – Biodex Corp., Shirley, NY, USA), considerado um dos instrumentos mais fiáveis para essa avaliação (Edouard et al., 2013). Para realizar as avaliações os atletas foram colocados, sentados no banco, com o braço a 90° de abdução e 90° de flexão do cotovelo, sendo considerada a posição inicial ou neutra (figura 1), tal como proposto pela literatura (Batalha et al., 2013). Antes de realizar o protocolo foi efetuada a correção do “efeito da gravidade” sobre o qual todos os movimentos verticais estão propensos.



**Figura 1.** Posição inicial na avaliação isocinética

À semelhança da metodologia seguida por outros autores (Batalha et al., 2015; Saccol et al., 2010), optou-se por realizar 2 protocolos: (i) protocolo 1 – realização de 3 repetições (ações concêntricas) a 60°/s; o incentivo verbal por parte do avaliador foi uma constante; e (ii) protocolo 2 – realização de 20 repetições (ações concêntricas) a 180°/s; a esta velocidade determinou-se que o incentivo verbal por parte do avaliador ocorreria à 5ª e 10ª repetição, tornando a ocorrer nas últimas 5, de forma a uniformizar este procedimento à totalidade da amostra.

Foram consideradas como variáveis de estudo: o *Peak Torque (PT)*, Momento de força Máximo – o qual representa o valor mais elevado de Torque produzido pelo músculo, isto é, indica a maior capacidade de produção de força. Pode ser avaliado em relação a um tempo específico e a uma amplitude específica. Pode ser comparado bilateralmente relativamente a valores padrão (Carvalho & Puga, 2010).

Os rácios RI/RE - são utilizados com o objetivo de se conseguir caracterizar a qualidade da relação entre os RI e RE do ombro. O cálculo dos rácios é realizado através da seguinte fórmula (Ellenbecker & Davies, 2000):

$$(i) \quad (PT\ RE/PT\ RI) \times 100$$

Onde, PT RE é o *peak torque* dos RE e PT RI é o o *peak torque* dos RI. O Índice de fadiga, foi calculado através da equação descrita no manual de utilizador (Biodex corporation, 1995) utilizando a seguinte equação:

$$(i) \quad [(W1/W2)/W1] \times 100$$

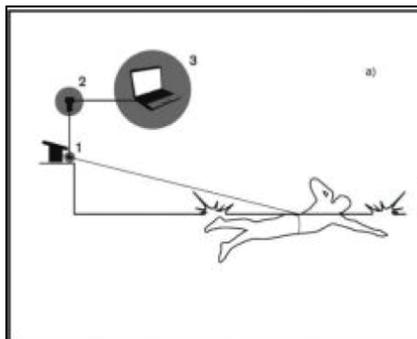
Sendo (W1) o Trabalho realizado no 1º terço das repetições e (W2) o Trabalho realizado no último terço das mesmas. O Trabalho Total é a quantidade de trabalho muscular realizado na velocidade avaliada em todas as repetições efetuadas (Carvalho & Puga, 2010).

Para a avaliação do nado amarrado foi utilizado o equipamento Globus Ergometer data acquisition system (Globus™, Italy). Este aparelho é constituído por uma célula de carga que regista a força que está a ser efetuada pelo nadador a ser avaliado. Por sua vez,

esta célula de carga está ligada a um computador (AcqKnowledge v.3.7, Biopac Systems, Santa Barbara, USA) onde são registados em tempo real a curva força (Newton) - tempo (segundos) para posteriormente ser analisada.

De modo a perceber o momento em que o nadador estava a realizar força com o membro dominante e membro não-dominante, foi realizada uma análise cinemática, com recurso a imagem-vídeo (Sony HandyCam HDR-CX240E), sendo posteriormente feita uma sincronização entre a curva força-tempo e a imagem.

Em relação ao protocolo utilizado, este foi dividido em 2 momentos: (i) dia 1 – familiarização com o protocolo e material a ser utilizado; e (ii) dia 2 – avaliação efetiva, que consistiu na realização de nado de crol durante 30s à máxima intensidade. Inicialmente os nadadores começavam o nado lentamente até o cabo estar em extensão total, de modo a evitar movimentos bruscos e valores enviesados de força. A partir deste momento o avaliador emitia um sinal sonoro para início do nado à intensidade máxima o qual terminava após 30s; procedimento previamente utilizado por outros investigadores (Reilly et al., 1990; Morouço et al., 2011) (Figura 2)



**Figura 2.** Protocolo utilizado para avaliar a força específica: (a) nado completo (crol); 1 – Célula de Carga; 2 – Registo de dados; 3 – Computador Portátil

As variáveis selecionadas para análise foram: (i) a força máxima (F.máx); (ii) a força mínima (F.min) como o valor mínimo de força obtida durante a realização do protocolo; e (iii) o índice de fadiga, calculado através da equação:

$$FI(\%) = \frac{[F.max - F.min]}{F.max} \times 100$$

A Performance foi calculada através do registo do tempo após um *sprint* de 50m crol, em piscina de 25m coberta (27°C), em situação de nado real. O tempo foi cronometrado sempre pelo mesmo indivíduo (treinador) recorrendo a um cronómetro manual (Interval 2000®).

### *Análise estatística*

Na análise estatística foram utilizados as médias e desvios-padrão. A normalidade dos dados foi inicialmente testada usando o teste Shapiro-Wilk, verificando dessa forma a homogeneidade da amostra. Foi utilizada o teste *T* para amostras independentes na comparação entre géneros. No que diz respeito aos Coeficientes de Correlação  $r$  – produto-momento de Pearson, foram utilizados para verificar a existência de possíveis relações entre as variáveis de força isocinética, do nado amarrado e da performance de nado. Para todas as análises efetuadas foi adotado o nível de significância de  $p \leq 0,05$ .

## Resultados

Como podemos verificar nas tabelas seguintes, os valores de PT e de rácio são superiores no género masculino. Contudo, o género feminino apresenta valores de índice de fadiga (tabela 3) no membro dominante inferiores ao género masculino, mas sem diferenças significativas. Também encontramos diferenças significativas nos valores de PT-RE entre géneros no teste de avaliação a 180°/s.

**Tabela 2.** Avaliação dos Peak-Torques (Nm), Rácios (%) e Trabalho Total (Wt) por género.

		Avaliação de 3 repetições a 60°/s			
		Nadadores(N=22)	Masculinos(N=14)	Femininos (N=8)	
		Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	<i>p</i>
Membro Dominante	PT-RI	34.01±11.12	36.90±12.37	28.97±6.39	.109
	PT-RE	17.19±6.82	18.87±5.86	14.25±7.76	.129
	Rácio	55.70±28.50	56.69±23.78	53.95±37.17	.835
	Wt-RI	124.75±41.78	135.06±46.61	106.72±24.84	.129
	Wt-RE	54.71±31.72	63.62±25.74	39.12±36.75	.081
Membro Não-Dominante	PT-RI	32.70±9.90	34.52±11.11	29.50±6.83	.262
	PT-RE	15.22±6.78	17.00±6.06	12.10±7.21	.104
	Rácio	49.93±25.62	52.60±20.80	45.26±33.56	.531
	Wt-RI	121.71±39.46	128.37±45.83	110.06±22.96	.306
	Wt-RE	46.77±30.12	54.52±26.37	33.22±33.17	.112

PT-RI, Peak torque rotação interna; PT-RE, Peak torque rotação externa; Rácio entre musculo antagonista e agonista [(PT RE/PT RI)x100]; Wt-RI, Trabalho total rotação interna; Wt-RE, Trabalho total rotação externa.

*p*- valores de comparação entre géneros - Teste *T* para amostras independentes.

**Tabela 3.** Avaliação dos Peak-Torques (N), Rácios (%), Índices de Fadiga (%) e Trabalho Total (Wt) por género.

Avaliação 20 repetições a 180°/s					
		Nadadores (N=22)	Masculinos (N=14)	Femininos (N=8)	
		Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	<i>p</i>
Membro Dominante	PT-RI	30.01±10.58	32.70±11.52	25.32±7.05	.118
	PT-RE	12.94±6.47	15.17±5.39	9.02±6.66	.028
	Rácio	47.38±28.20	52.33±25.14	38.71±32.83	.287
	IF-RI	11.64±16.68	15.51±14.27	4.86±19.34	.154
	IF-RE	50.12±22.52	52.50±18.20	45.96±29.59	.526
	Wt-RI	577.99±262.82	641.92±286.32	466.11±180.27	.134
	Wt-RE	172.68±128.42	205.75±122.41	114.81±125.03	.112
Membro Não-Dominante	PT-RI	29.86±9.62	32.14±10.51	25.87±6.64	.146
	PT-RE	11.55±7.04	13.15±6.22	8.75±7.91	.163
	Rácio	41.56±27.34	44.27±21.56	36.81±36.60	.551
	IF-RI	13.84±16.21	12.00±11.00	17.05±23.35	.496
	IF-RE	53.93±22.26	53.56±21.47	54.57±25.09	.922
	Wt-RI	566.90±233.01	618.90±259.74	475.90±150.72	.172
	Wt-RE	144.77±129.72	162.35±121.79	114.00±145.73	.414

PT-RI, Peak torque rotação interna; PT-RE, Peak torque rotação externa; Rácio, relação entre musculo antagonista e agonista [(PT RE/PT RI)x100]; IF-RI, Índice de fadiga do rotador interno; IF-RE, Índice de fadiga do rotador externo; Wt-RI, Trabalho total rotação interna; Wt-RE, Trabalho total rotação externa.

*p*- valores de comparação entre géneros - Teste *T* para amostras independentes.

Apresentamos na tabela 4 os valores referentes ao protocolo no nado amarrado. Como podemos verificar, quer a força máxima quer a força mínima foram significativamente superiores no género masculino. Ainda assim, voltou-se a verificar menores valores de IF no género feminino, embora sem valores significativos.

**Tabela 4.** Avaliação da Força Máxima (N), Força Mínima (N) e Índices de Fadiga (%) por género, em situação de nado amarrado.

Avaliação 30 segundos à máxima velocidade					
		Nadadores (N=22)	Masculinos (N=14)	Femininos (N=8)	
		Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	<i>p</i>
Membro Dominante	F. máx	181.07±63.40	205.79±61.97	137.79±39.56	.012
	F. min.	137.61±41.70	152.65±39.14	111.29±33.59	.021
	IF (%)	22.33±12.32	23.97±13.87	19.45±9.11	.421
Membro Não- Dominante	F. máx	138.20±54.27	160.81±53.46	98.63±26.74	.006
	F. min	94.40±29.99	107.41±27.05	71.63±20.20	.004
	IF	29.26±13.42	31.14±12.00	25.98±15.94	.399

F.máx, Força máxima absoluta; F.min, Força mínima absoluta; IF, índice de fadiga.  
*p*- valores de comparação entre géneros - Teste *T* para amostras independentes.

Na tabela 5 apresentamos os resultados obtidos na variável utilizada para medir a performance, o melhor tempo aos 50m.

**Tabela 5.** Melhor tempo em segundos, por género.

Nadadores (N=22)	Masculinos (N=14)	Femininos (N=8)	
Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	<i>P</i>
30.91±2.76	29.71±1.94	33.02±2.83	.004

*p*- valores de comparação entre géneros - Teste *T* para amostras independentes.

Como podemos verificar, e tal como seria de esperar, o tempo médio é significativamente inferior no género masculino.

Nos quadros seguintes são apresentados os valores com significado estatístico relativos às correlações entre as diferentes variáveis em análise. Foram encontradas correlações moderadas e fortes em todas as variáveis à exceção das variáveis de Wt-RI/F.min (entre Membro Dominante e Não-Dominante) e Wt-RE/F.máx (Membro Não Dominante) no protocolo de 180°/s.

**Tabela 6.** Relação entre variáveis de força isocinética a 60°/s (PT-RI, PT-RE e Wt) e nado amarrado (F.máx e F.min).

		Nado Amarrado				
		Membro Dominante		Membro Não-Dominante		
		F.máx	F.min	F.máx	F.min	
Força Isocinética	Membro Dominante	PT-RI	.567**	.516*	.590**	.471*
		PT-RE	.613**	.658**	.564**	.702**
		Wt-RI	.587**	.531*	.602**	.463*
		Wt-RE	.650**	.685**	.569**	.681**
	Membro Não-Dominante	PT-RI	.526*	.496*	.536*	.421
		PT-RE	.614**	.625**	.480*	.667**
		Wt-RI	.553**	.508*	.532*	.426*
		Wt-RE	.623**	.602**	.456*	.597**

PT-RI- Peak-Torque RI; PT-RE- Peak-Torque RE; Wt-RI- Trabalho total rotação interna; Wt-RE- Trabalho total rotação externa; F.máx- Força máxima; F.min- Força mínima. \*\*-  $p < 0.01$  \*-  $p < 0.05$

**Tabela 7.** Relação entre variáveis de força isocinética a 180°/s (PT-RI, PT-RE e Wt) e nado amarrado (F.máx e F.min).

		Nado Amarrado				
		Membro Dominante		Membro Não-Dominante		
		F.máx	F.min	F.máx	F.min	
Força Isocinética	Membro Dominante	PT-RI	.557**	.525*	.550**	.426*
		PT-RE	.688**	.717**	.605**	.716**
		Wt-RI	.525*	.495*	.495*	.392
		Wt-RE	.656**	.700**	.585**	.644**
	Membro Não-Dominante	PT-RI	.597**	.538**	.566**	.472*
		PT-RE	.608**	.583**	.438*	.603*
		Wt-RI	.614**	.511*	.550**	.485*
		Wt-RE	.519*	.507*	.377	.495*

PT-RI- Peak-Torque RI; PT-RE- Peak-Torque RE; Wt-RI- Trabalho total rotação interna; Wt-RE- Trabalho total rotação externa; F.máx- Força máxima; F.min- Força mínima. \*\*-  $p < 0.01$  \*-  $p < 0.05$

Pela análise das tabelas 8 e 9 verificamos que existe uma correlação entre as variáveis de força isocinética (PT-RI e PT-RE) e a variável de performance (Melhor tempo 50m). Contudo, o protocolo de 180°/s parece ser mais apropriado para avaliar a prestação dos atletas, uma vez que, o protocolo tem um maior número de repetições.

**Tabela 8.** Relação entre variáveis de força isocinética (PT-RI e PT-RE) a 60°/s e performance (melhor tempo 50m)

Nadadores (N=22)	Força Isocinética			
	Membro Dominante		Membro Não-Dominante	
	PT-RI	PT-RE	PT-RI	PT-RE
Melhor tempo 50m	-.532*	-.620**	-.468*	-.621**

PT-RI, Peak-torque rotação interna; PT-RE, Peak-torque rotação externa. \*\*-  $p < 0.01$   
\*-  $p < 0.05$

**Tabela 9.** Relação entre variáveis de força isocinética (PT-RI e PT-RE) a 180°/s e performance (melhor tempo 50m).

Nadadores (N=22)	Força Isocinética			
	Membro Dominante		Membro Não-Dominante	
	PT-RI	PT-RE	PT-RI	PT-RE
Melhor tempo 50m	-.563**	-.652**	-.586**	-.585**

PT-RI, Peak-torque rotação interna; PT-RE, Peak-torque rotação externa. \*\*-  $p < 0.01$   
\*-  $p < 0.05$

Na tabela 10 estão apresentados valores de correlação entre a força em situação de nado amarrado e o melhor tempo aos 50 metros crol (performance). É perceptível que existem correlações fortes em todas as variáveis utilizadas, demonstrando que o nado amarrado é um protocolo de avaliação fiável para verificar a performance dos atletas.

**Tabela 10.** Relação entre variáveis do nado amarrado (F.máx e F.min) e performance (melhor tempo 50m).

Atletas (N=22)	Nado Amarrado			
	Membro Dominante		Membro Não-Dominante	
	F.máx	F.min	F.máx	F.min
Melhor tempo 50m	-.769**	-.734**	-.683**	-.761**

F.máx, Força máxima; F.min, Força mínima. \*\*-  $p < 0.01$  \*-  $p < 0.05$

### Discussão

O objetivo do presente trabalho foi verificar a existência de possíveis relações entre a força isocinética, a produção de força na água e a performance nos 50m crol, em jovens nadadores. Os resultados revelam que, de uma forma geral, estas variáveis estão relacionadas, demonstrando que o controlo e avaliação do processo de treino, poderá reunir informações importantes para a performance em distância de 50m recorrendo às metodologias apresentadas.

Começando pelas variáveis isocinéticas, a capacidade de produção de força dos RI é invariavelmente superior à dos RE, seus antagonistas, traduzindo-se por valores de *PT* superiores (Tabelas 2 e 3), o que vem comprovar dados de estudos anteriores (Ellenbecker & Roetert, 2003; Batalha et al., 2013). Poderemos indicar como principal razão para esta constatação o facto de os grupos musculares que realizam a RI da articulação glenoumeral não só serem em maior número como também serem anatomicamente maiores e naturalmente com uma capacidade superior de produção de força (Dark et al., 2007).

No que respeita às correlações entre força isocinética e nado amarrado, atendendo a que a descrição biomecânica das técnicas de nado (especialmente no crol e mariposa) aponta para uma predominância dos RI na realização de força dos membros superiores (Yanai et al., 2000), seria expectável encontrarmos correlação entre os valores de força no nado amarrado e a força dos RI. No entanto, para além da correlação expectável, obtivemos também fortes correlações com os RE, sugerindo que ambos os rotadores dos ombros são efetivamente importantes na produção de força na água.

Relativamente às variáveis do nado amarrado (Tabela 4), os resultados de F.máx foram superiores no género masculino, uma vez que o género masculino possui uma capacidade muscular superior

à do género feminino (Salvador et al., 2005). No que respeita ao Índice de Fadiga, através da análise dos dados obtidos, voltamos a verificar que os valores são superiores no género masculino (MD:  $23.97 \pm 13.87$ ; MND:  $31.14 \pm 12.00$ ) comparativamente ao feminino (MD:  $19.45 \pm 9.11$ ; MND:  $25.98 \pm 15.94$ ), à semelhança dos resultados obtidos na avaliação isocinética, como foi explicado anteriormente através da análise do estudo de Salvador et al. (2005).

Nas variáveis de performance (Tabela 5) comparando os resultados obtidos no estudo realizado por Loturco et al. (2015), verificamos que o melhor tempo aos 50m da amostra por nós utilizada, apresenta um valor muito superior, isto é, os atletas demoram mais tempo a realizar os 50m crol (+5.89 seg.). Existiram diferenças significativas entre géneros, sendo, como esperado, os melhores resultados associados ao género masculino.

Relativamente às correlações entre variáveis de força isocinética e nado amarrado (Tabelas 6 e 7), foram obtidas correlações fortes e moderadas entre as variáveis de PT (RI e RE) e de Wt (Wt-RI e Wt-RE) com as variáveis de F.máx e F.min no nado amarrado, no membro dominante e não dominante, contrariando os resultados obtidos em investigações anteriores (Reilly et al., 1990). Num outro estudo (Loturco et al., 2015), também foram encontradas correlações entre variáveis de força fora de água (supino e agachamento) e variáveis de força dentro de água (nado amarrado) reforçando que efetivamente a força realizada nos exercícios feitos fora de água parecem ter um transfere positivo para a força realizada dentro de água. Provavelmente isto poderá significar que ao trabalharmos a força “em seco” possivelmente iremos obter melhorias nos valores de força realizada dentro de água, pelo menos na força isocinética. Contudo, após a análise dos resultados nas tabelas 6 e 7 os valores de correlação entre a variável Wt e as variáveis de F.máx e F.min surgiram-nos uma questão: Será que na avaliação de um nadador devemos utilizar o Wt em vez do PT? Isto porque o Wt poderá discriminar de forma mais fidedigna a execução do nado na natação, uma vez que o PT corresponde apenas ao valor máximo de força no total das repetições. Já o Wt é referente à quantidade de trabalho de todas as repetições (Edouard et al. 2013), ou seja, representa melhor o trabalho realizado na água.

Podemos verificar na tabela 6, no membro dominante a uma velocidade de  $60^\circ/s$ , o Wt-RI correlaciona-se com a F.máx ( $r=.587$ ;  $p=.004$ ) e com a F.min ( $r=.531$ ;  $p=.011$ ), caso que também se verifica no Wt-RE (F.máx:  $r=.650$ ;  $p=.001$ ; F.min:  $r=.685$ ;  $p=.000$ ). Mais, o Wt-RI do membro

dominante correlaciona-se com a F.máx ( $r=.602$ ;  $p=.003$ ) e a F.min ( $r=.463$ ;  $p=.030$ ) do membro não dominante. Este facto também se verifica no Wt-RE (F.máx:  $r=.569$ ;  $p=.006$  / F.min:  $r=.681$ ;  $p=.000$ ). Contudo, não foram encontrados estudos na bibliografia publicada até à data, para assim realizar uma comparação entre resultados, demonstrando assim, que este estudo traz resultados inovadores para a comunidade científica. Após a análise dos dados verificamos, que o Wt parece ser uma variável importante na avaliação da Força realizada na água, deixando esta situação em aberto para futuras investigações.

Foram igualmente encontradas correlações moderadas a fortes entre as variáveis de PT (RI e RE) e o melhor tempo aos 50m crol (Tabela 8 e 9). Tal como seria esperado, todas as correlações encontradas são negativas, uma vez que a variável de performance é em função de um tempo. No entanto, parece haver uma correlação mais forte nos valores obtidos no teste isocinético a  $180^\circ/s$ . A explicação para esta situação poderá dever-se ao facto de a natação ser uma modalidade maioritariamente de força resistente (Vasile et al., 2014), a qual terá um maior enquadramento no protocolo realizado a  $180^\circ/s$ . Poderemos estabelecer algum paralelismo entre estes resultados e os encontrados por Morouço et al. (2011), no qual também foram relatadas relações entre variáveis de força realizadas fora de água (neste caso, o salto com contra movimento) com a performance em nado real (velocidade de nado aos 50m crol) ( $p=0.92$ ).

Por último, após analisarmos a tabela 10 confirmamos que essa correlação (nado amarrado e a performance) existe no membro dominante (F.máx:  $r=-.769$ ;  $p=.000$  / F.min:  $r=-.734$ ;  $p=.000$ ) e no membro não dominante (F.máx:  $r=-.683$ ;  $p=.000$  / F.min:  $r=-.761$ ;  $p=.000$ ). Neste caso era esperado apenas encontrar relação entre a F.máx e a performance, isto é, quanto mais força é aplicada durante o nado maior será a performance do nadador. No entanto, também verificamos que existe uma relação entre a F.min e performance, não tendo neste caso uma explicação possível para este resultado, a não ser a que poderá ser consequência dos nadadores que apresentam um valor de F.min superior serem aqueles que também conseguem obter performances superiores; valores mínimos superiores permitem que a produção de força se encontre mais próxima dos valores médios, permitindo uma menor oscilação da força produzida. Num outro estudo realizado por Morouço et al. (2011), os autores relatam que o nado amarrado parece ser um instrumento fiável para avaliar a performance dos nadadores de distâncias curtas (50m, 100m e 200m).

Neste caso, também foram encontradas correlações entre a F.máx e o tempo aos 50m crol ( $p=-.077$ ). Comparando com os resultados obtidos no presente estudo, verificamos que o valor de  $p$  é muito aproximado ao encontrado no estudo anterior. Assim, podemos afirmar que o protocolo utilizado no nado amarrado tem uma grande semelhança a um *sprint* de 50m e que pode ser utilizado como uma ferramenta de avaliação da performance dos nadadores. Para além disso, permite também avaliar a força propulsiva realizada dentro de água e assim saber se a F.máx do nadador está a aumentar ou a diminuir.

### Conclusões

Com base nos resultados apresentados, podemos concluir que: (i) os níveis de força isocinética (PT-RI e PT-RE) e Wt (RE e RI) relacionam-se fortemente com a força em situação de nado amarrado; (ii) existe uma relação inversa entre a força isocinética e o tempo aos 50m crol, sendo que quanto maior é a força produzida menor será o tempo; (iii) a força produzida em situação de nado amarrado tem uma forte relação com a performance de nado em 50m crol.

### Referências

- Batalha, N., Marmeleira, J., Garrido, N., & Silva, A. J. (2015). Does a water-training macrocycle really create imbalances in swimmers' shoulder rotator muscles? *European Journal of Sport Science*, 15(2), 167-172.
- Batalha, N., Raimundo, A., Tomas-Carus, P., Barbosa, T., & Silva, A. (2013). Shoulder Rotator Cuff Balance, Strength and Endurance in Young Swimmers During A Competitive Season. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(9), 2562-2568.
- Batalha, N., Raimundo, A., Tomas-carus, P., Jesus, O. De, & Mendes, S. (2012). Shoulder rotator isokinetic strength profile in young swimmers. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 14(5), 545-553.
- Byram, I. R., Bushnell, B. D., Dugger, K., Charron, K., Harrell, F. E., & Noonan, T. J. (2010). Preseason shoulder strength measurements in professional baseball pitchers: identifying players at risk for injury. *The American journal of sports medicine*, 38(7), 1375-82.
- Carvalho, P., Puga, N. (2010). A avaliação isocinética - joelho. *Revista de Medicina Desportiva In Forma*, 1(4), 26-28.
- Dark, A., Ginn, K. A., & Halaki, M. (2007). Shoulder muscle recruitment patterns during commonly used rotator cuff exercises: an electromyographic study. *Physical Therapy*, 87 (8), 1039-1046.
- Ebaugh, D. D., McClure, P. W., & Karduna, A. R. (2006). Effects of shoulder muscle fatigue caused by repetitive overhead activities on scapulothoracic and glenohumeral kinematics. *Journal of electromyography and kinesiology*, 16(3), 224-235.
- Edouard, P., Codine, P., Samozino, P., Bernard, P.-L., Hérisson, C., & Gremeaux,

- V. (2013). Reliability of shoulder rotators isokinetic strength imbalance measured using the Biodex dynamometer. *Journal of science and medicine in sport / Sports Medicine Australia*, 16(2), 162-165
- Ellenbecker, T., & Roetert, E. P. (2003). Age specific isokinetic glenohumeral internal and external rotation strength in elite junior tennis players. *Journal of science and medicine in sport / Sports Medicine Australia*, 6(1), 63-70.
- Evershed, J., Burkett, B., & Mellifont, R. (2014). Physical Therapy in Sport Musculoskeletal screening to detect asymmetry in swimming. *Physical Therapy in Sport*, 15(1), 33-38.
- Loturco, I., Barbosa, AC., Nocentini RK., Pereira, LA., Kobal, R., Kitamura, K., Abad, CCC., Figueiredo, P., Nakamura, FY. (2015). A correlational analysis of tethered swimming, swim sprint performance and dry-land power assessments. *International Journal of Sports Medicine*, In press.
- Morouço P, Keskinen KL, Vilas-Boas JP, & Fernandes RJ. (2011). Relationship between tethered forces and the four swimming techniques performance. *Journal of Applied Biomechanics*, 27(2), 161-169.
- Morouço, P., Neiva, H., González-Badillo, J. J., Garrido, N., Marinho, D. a., & Marques, M. C. (2011). Associations Between Dry Land Strength and Power Measurements with Swimming Performance in Elite Athletes: a Pilot Study. *Journal of Human Kinetics*, 29(Special Issue), 105-112.
- Morouço Pedro G, Marinho Daniel A, Keskinen Kari L, Badillo Juan J, Marques Mário C. (2014). Tethered swimming can be used to evaluate force contribution for short-distance swimming performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(11), 3093-3099.
- Papoti, M., da Silva, A. S. R., Araujo, G. G., Santiago, V., Martins, L. E. B., Cunha, S. A., & Gobatto, C. A. (2013). Aerobic and anaerobic performances in tethered swimming. *International journal of sports medicine*, 34(8), 712-719.
- Pessoa 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(7), 31-37.
- Platonov, V. N. *Treinamento Desportivo para Nadadores de Alto Nível.*, 1 ed., São Paulo: Phorte, 2005.
- Reilly, M. F., Kame, V. D., Termin, B., Tedesco, M. E., & Pendergast, D. R. (1990). Relationship between freestyle swimming speed and stroke mechanics to isokinetic muscle function. *Journal of swimming research*, 6(3), 16-21.
- Saccol, M. F., Gracitelli, G. C., da Silva, R. T., Laurino, C. F. D. S., Fleury, A. M., Andrade, M. D. S., & da Silva, A. C. (2010). Shoulder functional ratio in elite junior tennis players. *Physical Therapy in Sport : Official Journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 11(1), 8-11.
- Vasile, L. (2014). Endurance Training in Performance Swimming. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 117(39), 232-237.
- Wanivenhaus, F., Fox, A. J., Chaudhury, S., & Rodeo, S. A. (2012). Epidemiology of injuries and prevention strategies in competitive swimmers. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 4(3), 246-251.
- Yanai, T., & Hay, J. G. (2012). Shoulder impingement in front-crawl swimming: II. Analysis of stroking technique. *Medicine Science in Sports & Exercise*, 32(1), 30-40.