



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Ciências Sociais e Humanas

**A relação entre a performance em natação e
variáveis de força em seco.
Um estudo piloto em nadadoras de nível nacional.**

Nuno Miguel Pires Alves Amaro

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Ciências do Desporto
(2º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor Daniel Almeida Marinho

Covilhã, Junho de 2012

O sucesso é uma consequência e não um objetivo.

Gustave Flaubert

Amaro, N. (2012). A relação entre a performance em natação e variáveis de força em seco. Um estudo piloto em nadadoras de nível nacional. Dissertação de Mestrado em Ciências do Desporto. Faculdade de Ciências Sociais e Humanas. Universidade da Beira Interior.

Agradecimentos

A realização deste trabalho teve o apoio incontornável de algumas pessoas, a quem ficarei eternamente grato e lhes agradeço em poucas mas valorosas palavras.

Ao Professor Doutor Daniel Marinho, pelo apoio e orientação prestados, pelo referencial académico que é e pela disponibilidade total com que sempre apoiou este projeto.

Ao Mestre Pedro Morouço, coorientador deste trabalho, todas as palavras serão insuficientes para lhe agradecer a preciosa colaboração. A genialidade que transpira foi uma fonte de inspiração e um exemplo a seguir. A amizade e companheirismo evidenciados em cada momento deste trajeto, reforçam os laços já existentes e constituem-se como uma rampa de lançamento para futuros trabalhos.

Aos Professores Doutores Mário Marques e José Pérez-Turpin, a colaboração e sapiência evidenciadas na realização do artigo publicado no âmbito deste trabalho.

Ao Professor Doutor Rui Matos, um amigo e um MESTRE para toda a vida.

A todos os que contribuíram, com uma opinião, um sorriso ou uma palavra de apreço.

Por fim, a base emocional de apoio e aqueles que me dão motivos para os orgulhar: a minha família. Os meus pais, Teresa e Carlos Amaro, a minha irmã, Carla Amaro, a minha esposa e companheira, Carla Matos e o que de melhor me aconteceu na vida: o meu filho Francisco!

A todos, o meu muito, sentido, obrigado!

Esta dissertação de Mestrado resultou na publicação:

Morouço PG, Marinho DA, Amaro NM, Turpin JP, Marques MC. Effects of dry-land strength training on swimming performance: a brief review. *Journal of Human Sport & Exercise*, in press.

Índice

Agradecimentos	5
Resumo	9
Abstract	11
Introdução	13
Revisão da Literatura	15
Metodologia	23
Apresentação dos Resultados	27
Discussão dos Resultados	29
Conclusão	33
Referências Bibliográficas	35

Resumo

Este trabalho apresenta uma revisão em torno das questões das manifestações de força em seco e sua relação com a performance de nado. Adicionalmente, foi realizado um estudo piloto para avaliação de procedimentos e metodologias a utilizar em situação de avaliação e controlo de treino. Da revisão da literatura é possível verificar que poucos são os estudos existentes que demonstrem a importância de um programa de treino em seco como complementar ao treino em água. São detetadas algumas limitações nesses estudos com o sentido de fomentar futuras investigações: amostra reduzida e /ou heterogénea; avaliação de força máxima em detrimento da força de potência; inexistência de período de adaptação aos ganhos musculares para maior performance em água. Para o estudo piloto foram avaliadas 9 nadadoras de nível nacional (15.7 ± 1.5 anos; 55.4 ± 6.1 kg; 161.6 ± 7.2 cm; recorde pessoal nos 50 m Livres de 30.5 ± 2.2 s). Foram medidas a potência máxima e média no exercício de agachamento, a altura no salto com contra-movimento, e a força máxima e média do nado amarrado só com utilização dos membros inferiores. Foram detetadas fortes correlações entre os parâmetros do agachamento e as forças em nado amarrado e com a performance de nado. Adicionalmente, foi perceptível uma correlação forte entre a força média produzida pelos membros inferiores em nado amarrado e o recorde pessoal nos 50 m Livres, indicando a relevância que a ação dos membros inferiores tem na performance em nado livre de curtas distâncias e altas intensidades. A metodologia utilizada permitiu obter parâmetros associados entre testes feitos em seco e em água, revelando ser adequada para o controlo e avaliação de nadadores.

Palavras-chave: Natação; Força; Crol; Nadadoras; Avaliação

Abstract

A review about the issue of strength in dry-land and swimming performance is presented, aiming to identify gaps and stimulate further research. Moreover, a pilot study was conducted to evaluate procedures and methodologies that may be used for training control and evaluation. From the review it was perceptible that studies aiming to clarify the role of dry-land strength training for swimming performance enhancement are scarce. In addition, some gaps are identified; e.g. small and/or heterogeneous samples; evaluation of maximum force instead of maximum power; lack of period of adaptation to strength gains. For the pilot study, 9 female swimmers (15.7 ± 1.5 years of age; 55.4 ± 6.1 kg; 161.6 ± 7.2 cm; personal best in 50 m Freestyle of 30.5 ± 2.2 s) of national level were evaluated. Maximum and mean power in squat, height in countermovement jump, maximum and mean force in legs-only tethered swimming, were assessed. Strong correlations between power in squat with force in tethered swimming and free swimming performance were obtained. Additionally, was assessed a strong relationship between mean force in legs-only tethered swimming and personal best in 50 m Freestyle, inducing that legs take a major role in free swimming performance for short distance events. The methodology used allowed the assessment of parameters in dry-land and in water testing, increasing the accuracy of the evaluations. These procedures may be proficient for coaches' control and evaluation of swimmers.

Key-words: Swimming; Strength; Front Crawl; Female swimmers; Testing

Introdução

Considerando as determinantes para o sucesso em natação, a força tem sido enunciada como um fator primordial (Barbosa et al., 2010) e utilizada nos programas de treino (Garrido et al., 2010), apesar do seus benefícios serem controversos na literatura científica (Girolid et al., 2007; Aspenes et al., 2009; Garrido et al., 2010). Adicionalmente, tem sido referido que, em provas de distância curta a aplicação de força torna-se preponderante, em detrimento de parâmetros técnicos (Stager e Coyle, 2005; Morouço et al., 2011a). Assim, visando o incremento do rendimento em provas curtas, os nadadores deverão aprimorar a sua capacidade de aplicação de força, quer com os membros superiores, quer com os membros inferiores. De facto, a ação dos membros inferiores, que tem sido negligenciada na performance do nado livre (Hollander et al. 1988; Deschodt et al., 1999), começa a tornar-se relevante quando falamos de provas com intensidade máxima e que têm uma duração inferior a 30 s (Morouço et al., 2012b).

A contribuição dos membros inferiores para a propulsão do nado livre tem sido remetida para os 10% (Bucher et al., 1974; Deschodt et al., 1999; Toussaint e Beek, 1992). Apesar de essa percentagem poder ser suficiente para promover o incremento do desempenho, estudos mais recentes apontam para uma contribuição significativamente superior em esforços de máxima intensidade (Swaine et al., 2010; Morouço et al., 2012b). Swaine et al. (2010) utilizando um novo equipamento, que designaram de *swimming training machine*, apontam para uma contribuição de 37%, revelando que

mais estudos são necessários para esclarecer esta temática. Resultados similares foram reportados por Morouço et al. (2012b) com a medição efetuada no teste de nado amarrado.

Assim, o presente trabalho inicia com uma revisão da literatura de modo a expor o estado da arte relativamente à importância da força na performance em natação. Esta revisão permite reunir o conhecimento existente, de forma a identificar limitações e lacunas que poderão vir a ser colmatadas em estudos futuros. De seguida, é apresentado o trabalho experimental, que é de natureza de estudo piloto, com o objetivo de identificar possíveis metodologias para avaliação e controlo de parâmetros associados à performance em situação de nado a elevadas intensidades. Por fim, têm lugar as conclusões, enunciando sugestões futuras de trabalho e possibilidades de enfoque para incrementar o conhecimento nesta área de estudo.

Revisão da Literatura

O desempenho na natação está altamente dependente da força e potência muscular (Sharp et al., 1982; Costill et al., 1986; Tanaka et al., 1993; Tanaka e Swensen, 1998; Girolid et al., 2007). Através da utilização de uma variedade de equipamentos de teste, tem-se demonstrado que a musculatura do trem superior do corpo e correspondente força ou potência, está correlacionada com a velocidade de nado (Sharp et al., 1982; Costill et al., 1986; Toussaint e Vervoorn, 1990; Hawley e Williams, 1991; Tanaka e Swensen, 1998; Aspenes et al., 2009). Assim sendo, melhorias ao nível da força dos membros superiores poderão resultar numa maior força máxima exercida por braçada, visando uma maior velocidade de nado, mais especificamente nas provas de distância curta (Strzala e Tyka, 2009; Morouço et al., 2011a).

O treino de força em seco tem como objetivo aumentar os níveis de potência máxima através de uma sobrecarga dos músculos usados na natação (Tanaka et al., 1993), podendo adicionalmente melhorar a técnica de nado (Maglischo, 2003). Se estes dois pontos de vista estiverem corretos, então o aumento da força muscular irá melhorar o desempenho em natação. No entanto, os resultados dos estudos disponíveis permanecem inconclusivos (Tanaka et al., 1993; Trappe e Pearson, 1994; Girolid et al., 2007; Garrido et al., 2010). Neste capítulo é apresentada uma revisão crítica da literatura sobre os efeitos do treino de força em seco no desempenho de natação, sem considerar os efeitos das partidas e viragens. O seu principal objetivo é resumir o conhecimento existente, com o intuito de estimular futuras pesquisas.

Estudos disponíveis na literatura foram recolhidos através das bases de dados (SPORTDiscus, PubMed e Scopus). A pesquisa foi realizada com "natação", como a principal palavra-chave, combinada com as seguintes palavras: "em seco", "potência", e "força". Com a finalidade de limitar o número de estudos a ser analisados, as palavras referidos foram, ocasionalmente, acopladas. Além disso, referências a atas de congressos relevantes e resumos foram tidas em consideração e acrescentadas à revisão.

Relação entre avaliações de força/potência em seco com o desempenho em natação

O objetivo principal de um nadador de competição é percorrer uma distância conhecida no menor intervalo de tempo possível e com o menor dispêndio energético (Vilas-Boas et al., 2010). Assim, quando a distância a ser nadada é menor também o número de braçadas o será. Conseqüentemente, a força tem sido apontada como um principais fatores que pode aumentar a velocidade de nado (Toussaint, 2007), essencialmente para distâncias mais curtas. Além disso, no que diz respeito à força e técnica, presume-se que, quanto menor a distância a ser nadada, maior é o papel da força quando comparada com os parâmetros técnicos (Wilke e Madsen, 1990; Stager e Coyle, 2005; Morouço et al., 2011a).

Nas últimas três décadas as medições de força e potência em seco foram realizadas utilizando, maioritariamente, condições isocinéticas ou isométricas (Garrido et al., 2010; Morouço et al., 2011b). Estas avaliações permitiram entender o quanto o desempenho na natação depende destes parâmetros, e também forneceram ferramentas para melhorar os programas de treino. Num dos estudos pioneiros, Sharp et al. (1982) avaliaram 22 nadadoras e 18 nadadores. Estes autores demonstraram que a potência dos membros superiores, determinada num banco de natação biocinético, é fortemente

correlacionada com a velocidade de nado nos 25 m de crol ($r = 0.90$). Posteriormente, estes resultados foram corroborados por experiências em ciclo-ergómetro, utilizando somente os braços. Hawley e Williams (1991) avaliaram a potência anaeróbia dos membros superiores de 30 nadadores da mesma faixa etária (16 femininos e 14 masculinos), apresentando relações moderadas a altas entre pico de potência, potência média e índice de fadiga com a velocidade de nado em 50 m crol ($r = 0.82$; $r = 0.83$; $r = 0.41$, respetivamente).

Adicionalmente, o mesmo grupo de pesquisa (Hawley et al., 1992) afirmou que os índices de força dos membros inferiores não aumentaram a estimativa para o desempenho nos 50 m e que a potência dos membros superiores é também importante em provas mais longas (400 m); conclusões suportadas por outros estudos (e.g. Rohrs et al., 1990; Johnson et al., 1993; Strzala e Tyka, 2009; Garrido et al., 2010.). No entanto, alguma prudência deve ser aplicada na análise destes resultados, uma vez que podem ser dúbios. A utilização de amostras heterogéneas em termos de idade, sexo e possivelmente a maturação, poderá ter levado a essas incoerências; o que foi descrito como questionável para estudos em natação (Costill et al., 1983; Rohrs et al., 1990). Além disso, o uso de banco biocinético de natação ou do ciclo-ergómetro, usando somente os braços, negligenciam o papel dos membros inferiores e a rotação do corpo, e a sua importância para a coordenação do corpo, para além de não se realizarem no ambiente natural do nadador, a água.

Efeitos benéficos podem ser causados pelo treino de força em seco, nomeadamente ao nível do aumento do potencial de reflexo e alterações dos sinergistas (Aspenes et al., 2009). Além disso, o treino de força em seco é uma prática comum no treino de natação, ainda que a evidência científica seja escassa (Aspenes et al., 2009; Garrido et al., 2010).

Na verdade, poucos estudos avaliaram associações entre os parâmetros de força no treino de força em seco (e.g. supino) e desempenho em natação. Johnson et al. (1993) avaliaram uma repetição máxima de supino (resultados não apresentados no artigo) e velocidade de nado de 25 jardas (22.86 m) (variando de 1.72 até 2.31 m.s⁻¹) de 29 nadadores do sexo masculino (idades entre os 14 e 22 anos). Estes autores sugeriram que esta medida de força em seco não contribui significativamente para a previsão da velocidade de *sprint*. De referir que as faixas etárias devem ser tidas em consideração, especialmente quando existe este intervalo de idades, havendo uma maior probabilidade de ocorrerem alterações no somatótipo. Através de um grupo mais homogêneo, Garrido et al. (2010) apresentaram uma correlação moderada e significativa entre 6 repetições máximas de supino e o desempenho com jovens nadadores de competição (ambos em performances de 25 e 50 m; $\rho \sim -0.58$; $p < 0.01$).

Do nosso conhecimento, os únicos autores que avaliaram parâmetros de força utilizando mais exercícios foram Crowe et al. (1999) e Morouço et al. (2011b; 2012a). O estudo de Crowe et al. (1999) avaliou uma repetição máxima no supino, puxada à nuca e prensa de tríceps, em nadadores masculinos e femininos. Embora se tenham obtido relações significativas entre os 3 exercícios e a força exercida no nado amarrado, apenas foram verificadas correlações significativas entre a puxada à nuca e a performance de nado para o subgrupo de nadadoras ($r = 0.64$, $p < 0.05$). Morouço et al. (2011b; 2012a) estudou separadamente nadadores do sexo masculino e do sexo feminino concluindo que os exercícios em seco com maior transferência para a performance em nado foram o puxada à nuca e o agachamento, respetivamente.

Vários dos estudos acima referidos basearam as suas avaliações no teste de uma repetição máxima, o que poderá estar mais relacionado com a força máxima do que com

a força explosiva (González-Badillo & Sánchez-Medina, 2010). A fim de ultrapassar estas limitações, Dominguez-Castells e Arellano (2011) usando um *encoder* de velocidade linear, mediram a potência desenvolvida nas repetições de velocidade máxima no exercício de supino. Os autores afirmam que existe uma relação moderada entre a potência máxima do supino e a potência em natação ($r = 0.63$), mas não apresentam o valor de r com a velocidade de nado. Similar metodologia foi utilizada por Morouço et al. (2011b; 2012a), demonstrando o maior interesse que tem avaliar a força de potência em detrimento da força máxima.

Em resumo, os resultados incongruentes de experiências desenvolvidas até agora, apontam que as associações de força em seco e o desempenho na natação permanecem incertas. Mais estudos são necessários e devem: (i) avaliar grupos homogêneos de indivíduos, (ii) avaliar a força / potência em exercícios de força com mais solicitações musculares semelhantes aos movimentos utilizados na natação, e (iii) estudar quais os parâmetros (por exemplo, uma repetição máxima ou a velocidade de deslocamento) que são mais adequados para explicar a variação da velocidade na natação. Outras abordagens podem levar a uma elucidação do papel da força muscular e / ou da potência para desempenho na natação.

Efeitos do treino de força em seco no desempenho de natação

Um nível ideal de força e potência é necessário para um bom desempenho em natação (Newton et al., 2002), pois interfere com a maximização da capacidade de gerar forças propulsoras e minimizar a resistência oferecida pelo meio líquido (Vilas-Boas et al., 2010). Portanto, programas de treino de força são comuns para os nadadores (Aspenes et al., 2009; Garrido et al., 2010), mesmo sendo os efeitos benéficos controversos na

literatura especializada (Tanaka et al., 1993; Trappe & Pearson, 1994; Girolid et al., 2007). Além disso, os benefícios do treino de força são questionados por muitos treinadores por pensarem que este pode causar um aumento da massa muscular (hipertrofia) ou uma diminuição dos níveis de flexibilidade, o que poderia afetar negativamente a capacidade de nadar e levar ao aumento do arrasto (Newton et al., 2002). Assim, surgem duas hipóteses: (i) existem muitos componentes num programa de treino de força em seco e o aumento da potência é um dos mais importantes (Toussaint, 2007); (ii) os exercícios selecionados devem ser coerentes com os tipos de movimento que estão envolvidos na natação (Maglischo, 2003).

É do nosso conhecimento que foram feitos poucos estudos relativamente aos efeitos dos programas de treino de força em seco para melhoria do desempenho na natação. Numa das primeiras experiências realizadas, Strass (1988), em nadadores adultos ($n = 10$), detetou melhorias de 20 a 40% na força muscular após um programa de força utilizando pesos livres. Estas melhorias corresponderam a um aumento significativo de 4.4 e 2.1% no desempenho de 25 e 50 m livres, respetivamente. No entanto, poucos anos mais tarde, Tanaka et al. (1993) questionaram se a força adquirida em seco poderia ser positivamente transferida para força de propulsão utilizada em água, já que a especificidade do treino parece diferir. Estes autores aplicaram um programa de treino de força 3 dias por semana durante 8 semanas, utilizando máquinas de levantamento de peso e pesos livres. Foi verificado um aumento de 25 a 35% na força muscular, mas isso não correspondeu a uma melhoria no desempenho em natação, como corroborado por Trappe e Pearson (1994). Estes resultados inconsistentes sugerem que mais estudos são necessários para verificar qual a quantidade de força muscular necessária para melhorar o desempenho em natação.

Mais recentemente, três estudos investigaram os efeitos do treino de força em seco na natação (Giroid et al., 2007; Aspenes et al., 2009; Garrido et al., 2010). Giroid et al. (2007) aplicando o programa de resistência em seco duas vezes por semana (45 min em cada sessão) durante 12 semanas com uma intensidade entre 80 a 90% da carga máxima; Aspenes et al. (2009) entre 1 a 3 sessões por semana durante 11 semanas com a maior carga possível em cada sessão, e Garrido et al. (2010) que implementaram um regime de treino de força duas vezes por semana, durante 8 semanas e com a duração de aproximadamente 20 minutos por cada sessão. Em segundo lugar, os grupos de intervenção variaram entre $n = 7$ (Giroid et al., 2007) agrupados independentemente do género (16.5 ± 2.5 anos), $n = 11$ (Aspenes et al., 2009) com 6 rapazes e 5 raparigas (17.5 ± 2.9 anos), e $n = 12$ (Garrido et al., 2010) com 8 rapazes e 4 raparigas (12.0 ± 0.78 anos). Se os ganhos de força durante a pré-puberdade apresentam valores bastante semelhantes entre rapazes e raparigas (Faigenbaum et al., 2002), após a puberdade, os rapazes tendem a apresentar níveis mais elevados de força muscular do que as raparigas (Bencke et al., 2002), o que pode induzir em erro as conclusões de Giroid et al. (2007) e Aspenes et al. (2009).

Adicionalmente, devemos ressaltar que a avaliação de desempenho em natação foi realizada após um aquecimento não descrito ou de 2000 m (Giroid et al., 2007), com partida de dentro de água (Garrido et al., 2010), ou com mergulho (Giroid et al., 2007; Aspenes et al., 2009) numa piscina de 25 m. Os efeitos do aquecimento são controversos podendo influenciar o desempenho em natação, especialmente em distâncias curtas com intensidade máxima (Neiva et al, 2012;.. Balilionis et al, 2012). Além disso, o mergulho, o deslize e as viragens, são responsáveis pelo desempenho global e isso pode ser tido em consideração na avaliação do desempenho. Superando as

limitações referidas, estes estudos apontam que a combinação de natação e treino de força em seco é mais eficiente do que somente o programa de natação para melhorar a performance nos 50 m (Girolid et al., 2007) e 400 m (Aspenes et al., 2009) livres. Embora este não possa ser provado em nadadores pré-púberes, parece haver uma tendência para a melhoria do desempenho da natação em 25 e 50 m livre, devido ao treino de força em seco (Garrido et al., 2010).

Em conclusão, o treino de força em seco pode aumentar a capacidade de produzir forças propulsivas na água, especialmente em provas de curta distância. Mais estudos são essenciais para identificar quais os volumes e intensidades adequadas de programas de treino, de acordo com género e nível de desempenho. Além disso, a velocidade do movimento deve ser tida em consideração, pois pode melhorar a especificidade dos exercícios realizados (González-Badillo & Sánchez-Medina, 2010).

Metodologia

Amostra

Participaram no estudo 9 nadadoras de nível nacional com uma experiência de 6.1 ± 1.7 anos, treinando 5 a 8 vezes por semana. Foi obtida autorização parental e dos treinadores e todos os procedimentos foram realizados de acordo com a declaração de 1975 de Helsínquia. Os protocolos de avaliação foram aprovados pelo comité de ética da unidade de investigação. Os valores médios (\pm dp) das principais características físicas e do recorde pessoal nos 50 m Livres são apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Valores médios (\pm dp) das principais características físicas e do recorde pessoal (RP) nos 50 m Livres em piscina de 50 m das nadadoras (n = 9).

	Nadadoras (n = 9)
Idade (anos)	15.7 ± 1.50
Massa Corporal (kg)	55.4 ± 6.09
Altura (cm)	161.6 ± 7.15
RP 50 m Livres (s)	30.50 ± 2.23

Procedimentos

Uma semana após a competição mais importante do segundo Macroциclo, teve lugar a recolha de dados, garantido um estado elevado de forma desportiva.

Após um aquecimento de 5 min em bicicleta estacionária a baixa intensidade (mais 5 min de alongamentos), foram realizadas as avaliações em seco. Utilizando um sistema de medição dinâmico (T-force system, Ergotech, Murcia, Spain), cada participante realizou n repetições (com um intervalo de 5 min entre cada repetição) do exercício agachamento. Foi utilizada uma resistência inicial de 20 kg, sendo gradualmente incrementada em 10 ou 5 kg, até que uma velocidade média da fase propulsiva maior que $0.9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ não conseguisse ser obtida (cf. Sánchez-Medina & González-Badillo, 2010). A utilização de uma *Smith machine* garantiu a horizontalidade da barra durante todos os testes e todas as execuções foram avaliadas por elementos da equipa de investigação, de forma a garantir que apenas as execuções corretas eram validadas. Para análise foram extraídos os maiores valores de potência máxima (AG_max) e de potência média (AG_med), da fase propulsiva.

No dia seguinte, cada nadadora realizou 3 saltos com contra-movimento (Ergojump, Globus, Italy), com um intervalo de 1 min entre repetições, de forma a obter a altura de salto (CMJ – valor máximo obtido nos 3 saltos). Trinta minutos depois, teve lugar um aquecimento de 1000 m dentro de água, a baixa intensidade. De seguida, as nadadoras executaram um teste de nado amarrado apenas com ações alternadas dos membros inferiores em posição de decúbito ventral, com a duração de 30 s e à máxima intensidade. O aparato utilizado foi recentemente descrito na literatura (Morouço et al., 2011a) e teve em consideração as recomendações de Psycharakis et al. (2011). Das

curvas individuais Força-tempo foi obtido o valor de força máximo (NA_max) e médio (NA_med).

Análise Estatística

Para análise foram utilizados valores médios (\pm dp) nas diferentes variáveis. Foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk para determinar o comportamento dos dados. Decorrente da reduzida amostra ($n = 9$) e da rejeição da hipótese nula no teste de normalidade, foram adotados os procedimentos não-paramétricos. Foram calculados os coeficientes de correlação de Spearman (ρ) entre variáveis, sendo adotado o nível de significância de $p < 0.05$.

Apresentação dos resultados

As participantes obtiveram no exercício de agachamento 632.9 ± 213.64 W de potência máxima e 260.1 ± 81.77 W de potência média. No salto com contra-movimento foi obtido um valor médio de altura de salto de 29.52 ± 5.68 cm. Nos testes de nado amarrado foram atingidas forças máximas de 73.32 ± 9.67 N e forças médias de 28.37 ± 5.14 N. Verificaram-se correlações significativas entre os testes em seco, os testes de nado amarrado e o recorde pessoal nos 50 m Livres, conforme descrito na tabela 2. Adicionalmente, verificou-se uma correlação significativa entre a força média produzida pelos membros inferiores em nado amarrado e o recorde pessoal nos 50 m Livres ($\rho = -0.685, p < 0.05$).

Tabela 2. Coeficientes de correlação entre parâmetros obtidos em seco e em água.

	AG_max	AG_med	CMJ
NA_max	0.817**	0.833**	0.633
NA_med	0.700**	0.700**	0.301
RP 50 m Livres	-0.917**	-0.933**	-0.611

** - $p < 0.01$

Discussão dos resultados

O principal objetivo do presente estudo foi analisar possíveis associações entre exercícios de treino de força em seco e testes em água (utilizando musculatura similar) ou performance em situação de nado livre. Foram verificadas associações fortes entre parâmetros de potência no exercício de agachamento e as forças produzidas com os membros inferiores em situação de nado amarrado, e com a performance em nado livre.

Este estudo debruçou-se sobre metodologias pioneiras e incidindo em nadadoras, dificultando a acessibilidade a dados que permitam comparar os resultados obtidos. Como expectável, a potência média obtida no agachamento foi inferior aos valores obtidos por Morouço et al. (2011b) com nadadores do sexo masculino. Estes autores avaliaram 10 nadadores com maior massa corporal e estatura, obtendo uma potência média de 381.76 ± 49.70 W. A altura de salto conseguida no salto com contra-movimento foi superior aos resultados obtidos com raparigas pré-puderes (23.0 cm) por Bencke et al. (2002) e até com nadadores com idades superiores (19.9 ± 2.4 anos) que foram sujeitas a um protocolo de treino de força ($n = 12$, 27.3 ± 4.8 cm; Breed e Young, 2003). Os valores de produção de força em situação de nado amarrado, e recorrendo apenas aos membros inferiores, foram idênticos aos apresentados por Morouço et al. (2012a), com nadadoras de nível idêntico e da mesma faixa etária.

Em relação às metodologias aplicadas no presente trabalho, elas revelaram-se práticas, rápidas na obtenção dos resultados e com facilidade de aplicação por parte das nadadoras estudadas. Este é um aspeto importante a ter em conta quando se pretende

identificar processos de avaliação para estudos futuros, com o sentido de aprimorar metodologias e formas de análise. No entanto, se em relação aos valores em água estes devem ser tratados de forma absoluta, uma vez que a imersão diminui substancialmente o peso (Taylor et al., 2003), cremos que nos exercícios em seco deverá ser dada atenção aos valores relativos, nomeadamente na altura de salto, pelo cálculo do trabalho. Também a análise da potência, em detrimento da carga no exercício de agachamento, parece mais adequado uma vez que tem em consideração a velocidade a que é realizado o movimento (González-Badillo e Marques, 2010).

A contribuição dos membros inferiores para a propulsão no nado na técnica de crol, continua incerta e requer mais estudos. De facto, Yeater et al. (1981) constataram, em situação de nado amarrado, que a força produzida com a técnica completa é superior à medição apenas com os membros superiores e esta superior à apenas com os membros inferiores. No entanto, esse valor, nomeadamente quanto maior o nível de desempenho dos nadadores, deve ser tido em consideração e poderá trazer novos dados para a sua contribuição em provas de *sprint* (Swaine et al., 2010). A forte correlação obtida entre a força média em nado amarrado apenas com ação dos membros inferiores e a performance em 50 m de nado livre, vem precisamente, reforçar este aspeto.

Estudos anteriores demonstraram relações entre a força explosiva e a performance de nado (Keskinen et al., 2007; Strzala e Tyka, 2009), sendo fundamentalmente justificadas pelo benefício das viragens e correspondente impulso dos membros inferiores na parede da piscina. Este estudo veio demonstrar fortes associações entre a potência no agachamento e a força dos membros inferiores na água e a performance em nado livre. Devido à musculatura associada, o exercício de agachamento parece

requerer elevados índices de força ao nível da cintura, que poderá ser um determinante fator para aspetos técnicos, como o rolamento corporal, ou estabilização da anca.

Conclusões

O presente trabalho destacou os estudos disponíveis na literatura com o intuito de estabelecer associações entre o treino de força em seco e/ou potência e o desempenho em natação, e também estudos com o objetivo de analisar os efeitos dos programas de treino de força em seco no desempenho da natação. Algumas novas ideias são sugeridas para futuras investigações. No estudo piloto foi observável que as metodologias utilizadas permitem a avaliação de parâmetros de potência em seco, associados a aspetos de avaliação em água.

Em estudos futuros devem ser analisados os efeitos de um programa de treino que incida sobre o desenvolvimento da força de potência, e a sua relação com o possível incremento na performance de nado. Adicionalmente, a musculatura em exercícios em seco deve ser comparada às solicitações em água, de modo a conseguir identificar os exercícios mais adequados para os nadadores.

Referências Bibliográficas

ASPENES S, KJENDLIE PL, HOFF J, & HELGERUD J. Combined strength and endurance training in competitive swimmers. *J Sport Sci Med*. 2009; 8:357-365.

BALILIONIS G, NEPOCATYCH S, ELLIS CM, RICHARDSON MT, NEGGERS YH, & BISHOP PA. Effects of Different Types of Warm-Up on Swimming Performance, Reaction Time, and Dive Distance. *J Strength Cond Res*. 2012; in press.

BARBOSA TM, BRAGADA JA, REIS VM, MARINHO DA, CARVALHO C, SILVA AJ. Energetics and biomechanics as determining factors of swimming performance: updating the state of the art. *J Sci Med Sports* 2010; 13: 262-269.

BENCKE J, DAMSGAARD R, SAEKMOSE A, JORGENSEN P, JORGENSEN K, & KLAUSEN K. Anaerobic power and muscle strength characteristics of 11 years old elite and non-elite boys and girls from gymnastics, team handball, tennis and swimming. *Scand J Med Sci Sport*. 2002; 12:171-178.

BUCHER W. The influence of the leg kick and the arm stroke on the total speed during the crawl stroke. In JP Clarys & L Lewillie (Eds.), *Swimming II*. Baltimore, MD: University Park Press, 1974: 180-187.

COSTILL DL, KING DS, HOLDREN A, & HARGREAVES M. Sprint speed vs. swimming power. *Swim Tech*. 1983; 20(1):20-22.

COSTILL DL, RAYFIELD F, KIRWAN J, & THOMAS RA. A computer based system for the measurement of force and power during front crawl swimming. *J Swim Res.* 1986; 2:16-19.

CROWE SE, BABINGTON JP, TANNER DA, & STAGER JM. The relationship of strength to dryland power, swimming power, and swimming performance. *Med Sci Sports Exerc.* 1999; 31(5):S255.

DESCHODT VJ, ARSAC LM, ROUARD AH. Relative contribution of arms and legs in humans to propulsion in 25-m sprint front-crawl swimming. *Eur J Appl Physiol* 1999; 80: 192-199.

DOMINGUEZ-CASTELLS R, & ARELLANO R. Muscular and arm crawl stroke power: evaluating their relationship. *Port J Sport Sci.* 2011; 11(S2):203-206.

FAIGENBAUM AD, MILLIKEN LA, LOUD RL, BURAK BT, DOHERTY CL, & WESTCOTT WL. Comparison of 1 and 2 days per week of strength training in children. *Res Q Exercise Sport.* 2002; 73:416-424.

GARRIDO N, MARINHO DA, REIS VM, VAN DEN TILLAAR R, COSTA AM, SILVA AJ, & MARQUES MC. Does combined dry land strength and aerobic training inhibit performance of young competitive swimmers? *J Sport Sci Med.* 2010; 9:300-310.

GIROLD S, MAURIN D, DUGUE B, CHATARD JC, & MILLET G. Effects of dry-land vs. resisted- and assisted-sprint exercises on swimming sprint performances. *J Strength Cond Res.* 2007; 21:599-605.

GONZÁLEZ-BADILLO JJ, MARQUES MC. Relationship between kinematic factors and countermovement jump height in trained track and field athletes. *J Strength Cond Res* 2010; 24(12): 3443-3447.

GONZÁLEZ-BADILLO JJ, & SÁNCHEZ-MEDINA L. Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *Int J Sports Med.* 2010; 31(5):347-352.

HAWLEY JA, & WILLIAMS MM. Relationship between upper body anaerobic power and freestyle swimming performance. *Int J Sports Med.* 1991; 12:1-5.

HAWLEY JA, WILLIAMS MM, VICKOVIC MM, & HANDCOCK PJ. Muscle power predicts freestyle swimming performance. *Brit J Sport Med.* 1992; 26(3):151–155.

HOLLANDER AP, DE GROOT G, VAN INGEN SCHENAU GJ, KAHMAN R, TOUSSAINT HM. Contribution of the legs to propulsion in front crawl swimming. In BE Unghereets, K Wilke & K Reischle (Eds.), *Swimming Science V*. Champaign, Ill: Human Kinetics, 1988: 39-43.

JOHNSON RE, SHARP RL, & HEDRICK CE. Relationship of swimming power and dryland power to sprint freestyle performance: a multiple regression approach. *J Swim Res.* 1993; 9:10-14.

KESKINEN OP, KESKINEN KL, MERO AA. Effect of pool length on blood lactate, heart rate, and velocity in swimming. *Int J Sports Med* 2007; 28: 407-413.

MAGLISCHO EW. *Swimming Fastest*. Human Kinetics, Champaign, Ill. 2003.

MOROUÇO P, KESKINEN KL, VILAS-BOAS JP, & FERNANDES RJ. Relationship between tethered forces and the four swimming techniques performance. *J Appl Biomech.* 2011a; 27:161-169.

MOROUÇO P, NEIVA H, GONZÁLEZ-BADILLO J, GARRIDO N, MARINHO D, & MARQUES M. Associations Between Dry Land Strength and Power Measurements with Swimming Performance in Elite Athletes: a Pilot Study. *J Hum Kin.* 2011b; SI:105-112.

MOROUÇO P, NEIVA H, MARQUES M. Squat, lat pull down and bench press: Which is the most related to female swimmers performance? *Motricidade.* 2012a; 8(S1):35-40.

MOROUÇO P, MARINHO D, IZQUIERDO M, NEIVA H, MARQUES M. Relative contribution of arms and legs in front crawl tethered swimming, according to gender. *J Sci Med Sport.* 2012b; submitted.

NEIVA HP, MOROUÇO PG, PEREIRA FM, & MARINHO DA. The effect of warm-up in 50 m swimming performance. *Motricidade.* 2012; 8(S1):13-18.

NEWTON RU, JONES J, KRAEMER WJ, & WARDLE H. Strength and Power Training of Australian Olympic Swimmers. *Strength Cond J.* 2002; 24(3):7-15.

PSYCHARAKIS SG, PARADISIS GP, ZACHAROGIANNIS, E. Assessment of accuracy, reliability and force measurement errors for a tethered swimming apparatus. *Int J Perform Analys Sport* 2011; 11: 41-416.

ROHRS DM, MAYHEW JL, ARABAS C, & SHELTON M. The relationship between seven anaerobic tests and swimming performance. *J Swim Res.* 1990; 6:15-19.

SHARP RL, TROUP JP, & COSTILL DL. Relationship between power and sprint freestyle swimming. *Med Sci Sports Exerc.* 1982; 14:53-56.

STAGER JM, & COYLE MA. Energy Systems. In: *Swimming – Handbook of Sports Medicine and Science*. Eds: Stager J, & Tanner D. Blackwell Science, Massachusetts. 1-19. 2005.

STRASS D. Effects of maximal strength training on sprint performance of competitive swimmers. In: *Swimming Science V*. Eds: Ungerechts, B.E., Wilke, K. and Reischle, K. Spon Press, London. 149-156. 1988.

STRZAŁA M, & TYKA A. Physical endurance, somatic indices and swimming technique parameters as determinants of front crawl swimming speed at short distances in young swimmers. *Med Sportiva.* 2009; 13:99-107.

SWAINE IL, HUNTER AM, CARLTON KJ, WILES JD, COLEMAN D. Reproducibility of limb power outputs and cardiopulmonary responses to exercise using a novel swimming training machine. *Int J Sports Med* 2010; 31: 854-859.

TAYLOR SR, STRATTON G, MACLAREN DP, LEES A. A longitudinal study of tethered swimming force in competitive age group swimmers. *Port J Sport Sci* 2003; 3(2): 75-78.

TANAKA H, & SWENSEN T. Impact of resistance training on endurance performance. A new form of cross-training? *Sport Med.* 1998; 28:191-200.

TANAKA H, COSTILL DL, THOMAS R, FINK WJ, & WIDRICK JJ. Dry-land resistance training for competitive swimming. *Med Sci Sports Exerc.* 1993; 25:952-959.

TOUSSAINT HM & VERVOORN K. Effects of specific high resistance training in the water on competitive swimmers. *Int J Sport Med.* 1990; 11:228- 33.

TOUSSAINT HM, BEEK PJ. Biomechanics of Competitive Front Crawl Swimmer. *Sports Med* 1992; 13: 8-24

TOUSSAINT HM. Strength power and technique of swimming performance: Science meets practice. In: *Schwimmen Lernen und Optimieren*. Ed: Leopold, W. Schwimmtrainer – Vereinigung V, Beucha, Deutschland. 43-54. 2007.

TRAPPE S, & PEARSON DR. Effects of weight assisted dry-land strength training on swimming performance. *J Strength Cond Res.* 1994; 8:209-213.

VILAS-BOAS JP, BARBOSA TM, & FERNANDES RJ. Speed fluctuation, swimming economy, performance and training in swimming. In: *World Book of Swimming: From Science to Performance*. Eds: Seifert L, Chollet D, & Mujika I. Nova Science Publishers, New York. 119-134. 2010.

WILKE K, & MADSEN O. *Coaching the Young Swimmer*. Sports Support Syndicate. 1990.

YEATER RA, MARTIN RB, WHITE MK, GILSON KH. Tethered swimming forces in the crawl, breast and back strokes and their relationship to competitive performance. *J Biomech* 1981; 14(8): 527-537.