



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR  
Ciências Sociais e Humanas

# O efeito de um programa de treino de força no rendimento desportivo em nadadores

**Humberto da Fonseca**

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

Orientador: Prof. Doutor Daniel Marinho  
Co-orientador: Prof. Doutor Henrique Neiva

**Covilhã, junho de 2018**



# Agradecimentos

Como não podia deixar de ser, o primeiro agradecimento, vai para a minha família, que sustenta o meu dia a dia.

Agradeço também ao meu clube, o Académico de Viseu - Secção de Natação, pela disponibilidade e colaboração. Na mesma linha, fica o agradecimento aos meus atletas, que colaboraram e se disponibilizaram para a realização de testes e recolhas de dados.

A disponibilidade e sempre pronta vontade de colaborar do Professor Henrique Neiva, assim como a excelente partilha de conhecimentos do Doutor Daniel Marinho, foi fulcral para a conclusão deste trabalho, ficando aqui o meu sincero reconhecimento.

Por último e porque a maioria está inserida nas referencias anteriores, aos meus amigos.



## Resumo

O objetivo do presente estudo foi verificar os efeitos de um programa de treino de força durante 8 semanas sobre o rendimento em natação pura desportiva. Adicionalmente, pretendemos verificar os efeitos de um período subsequente de destreino com a duração de 4 semanas. Para isso, foram avaliados 8 nadadores de nível nacional, experientes ( $5.88 \pm 1.81$  anos de treino em natação), com  $16.00 \pm 0.53$  anos de idade e com nível competitivo nacional ( $545 \pm 70$  pontos FINA na sua melhor prova). Estes nadadores, pertencentes a uma equipa de natação de referência nacional, realizaram um programa treino de força constituído por lançamentos da bola medicinal (partindo do peito, acima da cabeça, para o solo), saltos verticais, flexões de braços, e *lat pulldown*. Cada nadador foi avaliado individualmente e de forma aleatória relativamente a variáveis de força (lançamento da bola medicinal, salto com contramovimento: CMJ, carga máxima em 1 repetição no *lat pulldown*: 1RM), rendimento (tempo aos 100m livres) e biomecânica (frequência gestual: FG; distancia por ciclo: DC; e índice de nado: IN) antes do início do programa de treino, após as 8 semanas de treino, e após as 4 semanas seguintes em que o treino da força não foi realizado. Verificamos uma melhoria significativa nos 100m livres com a aplicação do treino da força (0.8%, CI95% 0.28, 1.33%;  $p = 0.02$ ), muito devido à eficiência de nado conseguida nos segundos 50 m da prova ( $3.71 \pm 0.36$  vs.  $3.88 \pm 0.43 \text{ m}^2 \text{ c}^{-1} \text{ s}^{-1}$ ,  $p = 0.05$ ). A força muscular também demonstrou melhorias significativas para todas as variáveis analisadas ( $p < 0.01$ , ES  $> 0.5$ ). Após o destreino, as diferenças não foram estatisticamente significativas, com exceção do CMJ e do 1RM *lat pulldown*, que demonstraram valores inferiores e superiores em relação ao pós-treino, respetivamente. Podemos assim sugerir que o programa de treino da força aplicado, recorrendo a um baixo volume, com cargas baixas, e velocidades de execução elevadas, parece ser eficaz na melhoria da força muscular e consecutivamente na melhoria do rendimento durante o nado, através da melhor eficiência conseguida na parte final da prova.

## Palavras-chave

Competição; Natação; Força Muscular; Biomecânica; Eficiência.



# Abstract

The present study aims to verify the effects of an 8-week dry-land training & conditioning (T&C) in the competitive swimming performance. Additionally, we also aim to verify the effects over a subsequent 4-week period of training rest. For that purpose, we have an 8-swimmer group for analysis, these are athletes with experience ( $5.88 \pm 1.81$  years of swimming training), with  $16.00 \pm 0.53$  years old and with a national competition experience level ( $545 \pm 70$  points FINA (best result)). These swimmers, part of a swimming team of national reference, had a T&C constituted by medicinal balls launch (starting from the chest, going over the head, down to the ground), vertical jumps, push-ups, and *lat pulldown*. Each swimmer was evaluated individually and randomly concerning strength variables (medicinal ball launch, countermovement jump: CMJ, maximum load 1 repeat at *lat pulldown*: 1RM), performance (time at 100m crawl) and biomechanics (stroke frequency: SF, stroke length: SD; stroke index: SI) before the beginning of the T&C, after the 8-week training, and after the following 4-week period of training rest. It was verified that there was a significant improvement at the 100m crawl with the T&C (0.8%, CI95% 0.28, 1.33%;  $p = 0.02$ ), a lot due to stroke efficiency upgrade on the second half of the course ( $3.71 \pm 0.36$  vs.  $3.88 \pm 0.43$   $\text{m}^2 \text{c}^{-1} \text{s}^{-1}$ ,  $p = 0.05$ ). Muscular strength also showed significant improvements at all the tested variables ( $p < 0.01$ ,  $ES > 0.5$ ). After the training rest, the differences weren't statistically significant, except for CMJ and 1RM *lat pulldown*, which presented, respectively, lower and higher values compared to post-training results. We may, thus, suggest that the applied T&C, with low volume and high velocity performance rates, appears to be effective in the improvement of muscular strength and, consecutively, in the improvement of the swimming performance, through better efficiency at the end of the race.

## Keywords

Competition; Swimming, Muscular Strength, Biomechanics; Efficiency



# Índice

Lista de Figuras	xi
Lista de Tabelas	xiii
Lista de Acrónimos	xv
Introdução	1
Metodologia	5
Desenho do Estudo	5
Amostra	5
Procedimentos	6
Análise Estatística	11
Resultados	13
Discussão	18
Conclusão	23
Implicações Práticas	25
Sugestões Para o Futuro	27
Referências Bibliográficas	29



## Lista de Figuras

- Figura 1 - Alterações médias (e intervalo de confiança de 95%) entre a avaliação inicial (pré-treino) e a avaliação pós-treino nas diferentes variáveis analisadas. 14
- Figura 2 - Resposta individual relativamente ao programa de treino da força e destreino relativamente ao 1RM *lat pulldown* (cada cor representa um diferente nadador). 15
- Figura 3 - Resposta individual relativamente ao programa de treino da força e destreino relativamente ao salto vertical (cada cor representa um diferente nadador). 15
- Figura 4 - Resposta individual relativamente ao programa de treino da força e destreino relativamente ao lançamento da bola medicinal (BM) partindo do peito (cada cor representa um diferente nadador). 16
- Figura 5 - Resposta individual relativamente ao programa de treino da força e destreino relativamente ao lançamento da bola medicinal (BM) partindo acima da cabeça (cada cor representa um diferente nadador). 16
- Figura 6 - Resposta individual relativamente ao programa de treino da força e destreino relativamente às flexões de braços (cada cor representa um diferente nadador). 17
- Figura 7 - Resposta individual relativamente ao programa de treino da força e destreino relativamente ao rendimento de nado (cada cor representa um diferente nadador). 17



## Lista de Tabelas

Tabela 1 - Valores médios ( $\pm$ desvio-padrão) da idade, altura, massa corporal, índice massa corporal e anos de treino federado dos sujeitos.	6
Tabela 2 - Características do programa de treino da força implementado	10
Tabela 3 - Valores das alterações nas variáveis de força analisadas, de pré-treino para pós treino e após destreino (n=8).	13
Tabela 4 - Valores das alterações de rendimento e análise biomecânica em pré-treino, pós treino e após destreino (n=8).	14



## Lista de Acrónimos

BM	Bola Medicinal
DT	Destreino
DC	Distância de Ciclo
CMJ	Salto Vertical com Contramovimento
ES	Magnitude dos Efeitos
FG	Frequência Gestual
FINA	Federação Internacional de Natação
Hz	Hertz
IN	Índice de Nado
IC	Intervalo de Confiança
RM	Repetição Máxima
SPSS	Statistical Package of Social Science



# Introdução

O rendimento em natação pura desportiva é influenciado por um conjunto complexo de fatores fisiológicos, morfológicos, neuromusculares, biomecânicos e psicológicos (Crowley et al. 2017). Entre estes, a capacidade para exercer força na água de forma propulsiva é considerada fundamental (Haycraft, 2015), particularmente naquilo que diz respeito a distâncias competitivas mais curtas (Morouço et al., 2011). Elevados níveis de força muscular e potência muscular, principalmente na parte superior do tronco, têm sido identificadas como fatores determinantes para o sucesso em natação pura desportiva (Garrido et al., 2010). Desta forma, o treino da força parece fundamental para melhorar o rendimento em provas de natação (Weston et al., 2015), aumentar a força propulsiva durante o nado amarrado (Sadowski et al., 2012) e melhorar alguns parâmetros relacionados com a técnica de nado como o aumento da distância por ciclo (Girolid et al., 2012) e a frequência gestual (Girolid et al., 2007). Assim sendo, percebe-se que o treino da força muscular deverá ser uma prática comum entre os nadadores, sendo um importante complemento às tarefas de treino realizadas dentro de água.

O treino da força muscular objetiva sobrecarregar os músculos utilizados em natação e aumentar a potência máxima resultante. Os efeitos fisiológicos benéficos apresentados enquanto resultantes do treino da força são muitos, incluindo aumento do armazenamento de fosfagénio muscular, aumento de proteínas contracteis, aumento da potência anaeróbia produzida, alteração da estrutura muscular, alteração da penetração da fibra muscular, aumento da síntese proteica, remodelação tecidual e hipertrofia das fibras rápidas musculares (Haff & Nimphius, 2012; Goodwin & Cleather, 2016). Desta forma, o treino da força tem vindo a ser referido como um meio de aumentar a força máxima e a taxa de produção de força, sendo estas determinantes no rendimento da grande parte das modalidades desportivas (Suchomel et al., 2016).

Durante muitos anos, os treinadores de natação foram prescrevendo e aplicando diferentes programas de desenvolvimento e de estímulo da força muscular como forma de melhoria e otimização do rendimento específico em competição e como forma de prevenção de lesões musculares (Barbosa et al., 2013). Apesar de ser uma prática comum, alguns treinadores assumem que um programa de treino da força muscular fora de água poderá afetar negativamente o rendimento do nadador, devido à alteração técnica do nado específico do nadador e conseqüentemente a um aumento das forças de arrasto (Newton et al., 2002). Principalmente, quando falamos de hipertrofia muscular, parece existir a crença de que um estímulo da mesma poderá fazer diminuir a flexibilidade do nadador, a habilidade técnica e assim prejudicar o rendimento (Breed & Young, 2003). No entanto, evidências recentes têm

demonstrado que um programa de treino adequado poderá levar a um aumento e melhoria da força máxima, potência muscular e levando à otimização do rendimento (Toussaint & Truijens, 2006; Sadowski et al., 2012).

O sucesso de um programa de treino de força aplicado a nadadores dependerá de diferentes fatores, como o tipo de treino, os métodos utilizados, os materiais, a periodização, a maturação e/ou o nível competitivo dos nadadores (Crowley et al., 2017). A combinação ótima destes fatores parece necessitar de clarificação. De facto, poucas investigações se debruçam sobre os nadadores jovens, ou em contexto real, talvez por receio do seu efeito nos mesmos ou por razões éticas (Garrido et al., 2010). No entanto, é claramente sabido que a potência aplicada durante o nado é um claro fator determinante no rendimento do nadador e o seu estímulo e maximização deverá fazer parte do treino dos mesmos (Morais et al., 2016). Complementarmente, o treino da força muscular parece ser fundamental para prevenir a ocorrência de lesões, que são as preocupações mais prementes dos treinadores nestes escalões etários, principalmente no que diz respeito às lesões no ombro (Batalha et al., 2015).

O treino da força máxima e hipertrofia muscular é aquele mais aplicado e estudado relativamente aos programas de treino de força aplicado aos nadadores. Uma boa parte das investigações científicas que utilizaram o treino de força máxima revelaram melhorias no rendimento específico do nado (Giroid et al., 2007, Aspenes et al., 2009, Hong-Sun et al., 2009; Giroid et al., 2012). De facto, somente 6 semanas de treino de força, com a frequência de 4 treinos semanais com cargas elevadas (superiores a 90% de 1 repetição máxima:1RM) demonstraram ganhos entre 20 a 40% na força muscular, sem, contudo, demonstrarem melhorias na técnica de nado ou na velocidade de prova (Strass, 1988). Uma das razões apontadas para estes resultados últimos foi o facto de os esforços utilizados terem sido realizados de forma isométrica. A natação é composta por movimentos dinâmicos, em aceleração e com velocidades segmentares máximas, pelo que movimentos isométricos podem ser pouco específicos (Baker et al., 1994).

Giroid et al. (2007) verificaram que um programa de treinos baseado no estímulo da força máxima por 12 semanas (2 sessões semanais) apresentava melhorias significativas no tempo dos 50 m (aproximadamente 3%). Combinando este tipo de treino de força com o treino específico em água, utilizando métodos intervalados intensivos, as evidências científicas demonstraram não só influenciar positivamente a força, mas também o nado amarrado e o rendimento na prova de 400m livres (Aspenes et al., 2009). Contudo, contrariamente aos anteriores, o rendimento em provas curtas (50 m) demonstrou ser comprometido, tanto no que se refere ao tempo realizado como à técnica de nado, não tendo sido verificado qualquer alteração nas variáveis biomecânicas analisadas. Assim, podemos de alguma forma ponderar que a combinação do treino específico dentro de água poderá influenciar negativamente os

ganhos de força propulsiva nas provas curtas, mas não prejudicar a transferência dos ganhos da força muscular para as provas mais longas. Contudo, devemos ter em atenção que tais diferenças poderão advir do tipo de programa de treino da força implementado.

A utilização de equipamentos com pesos livres, com cargas médias a elevadas, são os programas de treino mais testados e implementados nesta modalidade desportiva (Breed & Young, 2003; Girolid et al., 2012). Percebendo de que os programas de treino da força devem ser específicos, naquilo que se refere aos músculos utilizados e à tensão muscular, os estudos mais recentes têm vindo a incorporar os seus programas de treino exercícios que procurem estimular a potência muscular (Garrido et al., 2010; Amaro et al., 2017). No entanto, os resultados obtidos têm sido ambíguos. Garrido et al. (2010) aplicaram um programa de treino com a duração de 8 semanas, incluindo o lançamento de bolas medicinais, salto com contramovimento, e verificaram a não existência de melhorias no rendimento do nado, muito embora tenham sido verificadas melhoras na força dos nadadores. Adicionalmente, Amaro et al. (2017) verificaram uma melhoria no rendimento e na força após somente 6 semanas de treino em nadadores pré-púberes. Contudo, o efeito dessa melhoria em competição foi só verificado passadas 4 semanas do término do treino da força, sendo então necessário um período de adaptação e regeneração ao treino da força. As adaptações neuromusculares têm vindo a ser apontadas como os fatores primários para explicar os ganhos de força e potenciar o rendimento nas diferentes modalidades desportivas (Aspenes et al., 2009; Garrido et al., 2010). Infelizmente, o número de investigações neste âmbito é escasso e os programas de treino da força são variados, vastos e têm-se debruçado maioritariamente sobre componentes da força muscular relacionados com a hipertrofia muscular e a força máxima.

Na generalidade, as evidências científicas ainda não são consensuais em relação à metodologia a aplicar durante o treino da força para a melhoria do rendimento em natação pura desportiva. Se por um lado parece existir uma tendência para afirmar que o treino da força desempenha um papel importante na melhoria do rendimento desportivo em natação, os resultados parecem demonstrar que não existe consenso sobre os métodos a utilizar. Mais ainda, os estudos existentes têm-se debruçado ao longo do tempo sobre metodologias de treino complexas e difíceis de implementar em contexto real. A grande parte dos clubes tem sérias limitações no que se refere ao espaço disponível e aos recursos materiais disponíveis, acabando por negligenciar o potencial de um treino da força adequado para a melhoria do rendimento dos nadadores. Assim, é neste sentido que pretendemos com o presente estudo verificar o impacto que um programa de treino da força de baixo volume e de fácil implementação no cais de piscina tem sobre o rendimento em natação, analisando também variáveis biomecânicas da técnica de nado (frequência gestual: FG; distância de ciclo: DC; e índice de nado: IN) e de força muscular. Para além deste objetivo primário apresentado, procuramos verificar o efeito da cessação do treino da força por um período de 4 semanas. Foram colocadas as hipóteses de que o treino da força em causa traz benefícios para o

rendimento em natação, contribuindo também para a melhoria da eficiência de nado dos nadadores. Após o período de destreino, estes ganhos serão sofrerão um retrocesso.

# Metodologia

## Desenho do Estudo

O presente estudo consiste num estudo longitudinal, com o objetivo de verificar a existência ou não de alterações ao nível do rendimento de nado nos 100m livres, padrão técnico de nado e força muscular superior e inferior após a realização de um programa de 8 semanas de treino da força muscular. Após este período, os nadadores deixaram de fazer qualquer treino da força muscular fora de água durante um período de 4 semanas, para assim podermos verificar o impacto do destreino sobre as mesmas variáveis. Durante este período os nadadores cumpriram com o seu treino regular e habitual dentro de água. As variáveis a ter em conta, nomeadamente, o tempo aos 100m livres, a frequência gestual, a distância por ciclo, o índice de nado durante a prova, o lançamento da bola medicinal acima da cabeça e a partir do peito, o salto com contramovimento, flexões de braços, e o valor da carga máxima (1RM) no exercício de *lat pulldown*, foram avaliadas uma semana antes do início do programa de treino, na semana seguinte ao término do programa de treino da força, e na semana seguinte à 12ª semana desde o início do procedimento experimental.

## Amostra

A amostra foi constituída por oito nadadores experientes, com idades compreendidas entre os 15 e 16 anos, sendo que quatro eram do sexo feminino e quatro do sexo masculino. As características dos sujeitos podem ser consultadas na Tabela 1. Todos os participantes eram nadadores do escalão Júnior, participantes em competições nacionais com nível elevado, registando pontuações FINA médias de  $545 \pm 70$  pontos. Os nadadores foram selecionados por conveniência. Enquanto critério de inclusão, os sujeitos teriam de ter mais do que 3 anos de experiência em treino e competição na modalidade de natação pura desportiva, sendo excluídos se foram participantes de qualquer programa de treino da força antes, bem como se tinham qualquer lesão prévia ou identificado algum risco de lesão. Todos os sujeitos pertenciam ao mesmo clube desportivo e treinavam entre seis a oito vezes por semana na água, treino específico, fazendo uma média de 7000 m por treino. Depois de selecionados, todos os nadadores foram informados dos procedimentos e somente os que concordaram assinaram o termo de consentimento informado, assim como os encarregados de educação responsáveis. Todos os procedimentos foram realizados de acordo com a declaração de Helsínquia.

Tabela 1. Valores médios ( $\pm$  desvio-padrão) da idade, altura, massa corporal, índice massa corporal e anos de treino federado dos sujeitos.

	Amostra (n=8)
Idade (anos)	16.00 $\pm$ 0.53
Altura (m)	1.70 $\pm$ 0.06
Massa corporal (kg)	60.25 $\pm$ 5.65
Índice de massa corporal (kg/m <sup>2</sup> )	20.5. $\pm$ 1.85
Experiência (anos de treino)	5.88 $\pm$ 1.81

## Procedimentos

O período experimental teve uma duração de 12 semanas, dividido por dois períodos, nomeadamente a implementação do programa de treino da força (8 semanas) e o período de destreino (4 semanas). Estudos anteriores demonstraram um mínimo de 8 semanas de treino era necessário para obter efeitos positivos de ganhos neuromusculares (Garrido et al., 2010). Mais ainda, para ser adequado ao programa de treino específico na água, de acordo com os mesociclos programados pelo treinador, este teve de ter uma duração de três mesociclos de quatro semanas cada. Os participantes foram avaliados no rendimento dentro de água (*time-trial*) e fora de água (força muscular). As avaliações foram realizadas em três momentos, nomeadamente na semana que antecedeu o início do programa de treino da força muscular (pré-treino), na semana seguinte ao término do mesmo (pós-treino), e na semana após o destreino (DT).

O conjunto de variáveis foram avaliadas em dois dias diferentes, intervalados por mais de 72 horas. Num primeiro dia foram realizadas as avaliações em repouso, nomeadamente antropometria, seguindo-se o teste de força explosiva dos membros superiores e inferiores. No segundo dia de avaliação foram realizados os testes de rendimento de nado. Aquando da avaliação da condição física e no caso de realizarem mais do que uma avaliação na mesma sessão, era garantido que o participante descansava pelo menos 30 min por forma a recuperar completamente da avaliação anterior.

### **Rendimento de nado**

Depois de realizar um aquecimento de 1000 m utilizando a estrutura usual (Neiva et al., 2014), cada nadador realizou uma simulação da prova de 100 m livres. Esta avaliação foi realizada numa piscina de 25 m coberta, com partida do bloco e vozes oficiais. O tempo realizado foi registado com um cronómetro (Finis 3x100 Stopwatch, Livermore, California) e com o recurso à filmagem e posterior análise através do programa *Kinovea*® versão 0.8.15. A fiabilidade do teste realizado foi analisada através do coeficiente de correlação intraclasse, obtendo valor de 0.92 e assim, utilizando o valor médio para análise posterior.

Complementariamente, algumas variáveis biomecânicas foram avaliadas para perceber as possíveis alterações técnicas que do treino da força possam decorrer. Assim, foi avaliada a frequência gestual (FG) através dum cronofrequencímetro, em 3 ciclos de braçadas e posteriormente convertido para unidades de medida do sistema internacional (Hz). A distância de ciclo (DC) foi medida em cada 50 m por estimação através da equação (Craig & Pendergast, 1979):

$$DC = v/FG \quad (1)$$

Onde DC é a distância de ciclo (m.c<sup>-1</sup>), v é a velocidade média do nadador (m.s<sup>-1</sup>) e FG é a frequência gestual de nado. Por sua vez, o índice de nado (IN) foi estimado através da equação (Costill et al., 1985):

$$IN = DC \times v \quad (2)$$

Onde IN é o índice de nado (m<sup>2</sup> c<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>), DC é a distância por ciclo (m.c<sup>-1</sup>) e v é a velocidade média de nado (m.s<sup>-1</sup>). A velocidade considerada foi média realizada nos segundos 25m de cada 50m, assim como a FG determinada. Para a análise destas variáveis foi utilizado o programa *Kinovea* (versão 0.8.15).

### **Força muscular**

A força dos membros superiores foi avaliada através do lançamento de uma bola medicinal de 3 kg a partir do peito e acima da cabeça, assim como através da realização de flexões de braços, à semelhança do que tem sido feito na literatura (Castro-Pinero et al., 2009). Um aquecimento geral com a duração de 10min foi realizado e após 5min de recuperação, a força foi avaliada nos diferentes protocolos de avaliação.

Para a avaliação através do lançamento da bola medicinal, cada participante permaneceu em pé atrás duma linha previamente estabelecida com os pés ligeiramente afastados, segurando

a bola medicinal com as duas mãos e olhando na direção para onde a bola iria ser lançada. Para o lançamento da bola a partir do peito, cada participante, procedia ao lançamento da bola medicinal de 3 kg (Vinex, modelo, VMB-003R, perímetro, 0.78 m) partindo de junto ao peito, por forma a que esta alcançasse a maior distância possível até tocar no solo. Não era permitida a extensão da bacia e a bola teria que ser lançada o mais paralelo ao chão possível. Para o lançamento da bola medicinal acima da cabeça, a bola era levantada acima da cabeça e depois de passar a linha da cabeça era lançada vigorosamente para a frente, o mais longe possível. Eram permitidas três tentativas e a melhor marca era registada. A distância entre a posição inicial até onde a bola tocava no chão era medida (Castro-Pinero et al., 2009).

Foi também avaliada a força dos membros superiores através da realização de flexões de braços. Cada sujeito empurrava o chão com os braços até aos cotovelos estarem esticados, enquanto as pernas e as costas eram mantidas de forma reta. A parte de trás do corpo deveria fazer uma linha entre a cabeça até aos pés de cada sujeito. Depois, cada sujeito baixava o corpo até os cotovelos fletirem com um ângulo de 90° e os braços estarem paralelos ao chão. Este movimento era repetido o máximo número de vezes que o nadador conseguia, terminando quando este parava, quando não era realizada com a técnica correta ou quando não era realizada de forma considerada completa (Castro-Pinero et al., 2009).

Para avaliar a força muscular dos membros inferiores, procedeu-se à avaliação do salto vertical com contramovimento (CMJ). O CMJ é um método simples, prático que tem vindo a ser associado com o rendimento desportivo em diferentes estudos apresentados, em diferentes modalidades desportivas (Docherty et al., 2004). Da posição de pé, com os pés afastados à largura dos ombros e as mãos colocadas sobre a cintura pélvica, os sujeitos realizaram um rápido contramovimento com os membros inferiores antes de saltar. Foi transmitido aos sujeitos que deveriam tentar saltar verticalmente o mais alto possível. Cada participante realizou 3 saltos com uma recuperação de 1 minuto entre as tentativas. Para análise foi tido em conta o valor máximo. Em termos de medição do salto vertical, o tempo de voo durante o salto é considerada a variável mais válida e fiável para calcular a altura do mesmo (Balsalobre-Fernandez et al., 2014). Assim sendo, foi utilizada uma câmara para filmagem de cada CMJ (Casio Exilim FH-25) e assim, através do software *Kinovea® versão 0.8.15* foi possível verificar o tempo de não contacto com o solo de cada participante. Com este dado, foi possível calcular a altura do salto utilizando a fórmula (Balsalobre-Fernandez et al., 2014):

$$\text{Altura do CMJ} = 9.81 \times (\text{tempo de voo})^2 / 8 \quad (3)$$

Onde a altura do salto é em m, e o tempo de voo em segundos, desde o momento em que deixa de ter contacto com solo até que volta a ter.

Para a avaliação da força máxima no exercício de *lat pulldown* (1RM), depois da realização de aquecimento, cada participante era familiarizado com a máquina referente ao exercício, realizando em 8 a 10 repetições com uma carga muito baixa, confortável. Depois de descansarem por 3 a 5 min, cada participante realizou 1 repetição com um aumento de cerca de 30% à carga previamente realizada. Após novo intervalo com a mesma duração, a carga era aumentada entre 15 a 30% até que o sujeito não conseguisse realizar o movimento completo de forma correta, ficando com o registro do seu valor de 1RM (em kg). No máximo, eram permitidas 5 repetições, por forma a evitar os efeitos da fadiga, seguindo as recomendações mais recentes para a determinação da força máxima para o presente exercício (Seo et al., 2012).

### **Avaliação antropométrica**

Foi ainda realizada a avaliação antropométrica por forma a caracterizar a amostra. Todas as medidas foram avaliadas de acordo com padrões internacionais para avaliação antropométrica (Marfell-Jones et al., 2006) e foram obtidas antes de qualquer teste de desempenho físico. Os participantes estavam descalços e vestidos com roupa interior ou com o mínimo de roupa possível para a avaliação. Para medir a altura corporal (em m) foi utilizado um estadiómetro de precisão com escala de 0.001 m. O índice de massa corporal foi obtido através da divisão do valor da massa corporal pelo quadrado da altura.

### **Programa de treino da força**

O programa de treino da força foi constituído por três sessões semanais, com a duração de aproximadamente 30 minutos cada, implementado antes do treino de água e como parte integrada do processo de treino. A Tabela 2 apresenta de forma detalhada a descrição do programa de treino da força implementado. As sessões de treino foram conduzidas por dois treinadores responsáveis do clube em questão. Antes de cada treino era realizado um aquecimento de aproximadamente 10min por forma a elevar a temperatura muscular e preparar o organismo para os esforços máximos (Bishop, 2003).

O treino era realizado antes da entrada na água, para o treino habitual específico. Cada exercício era cumprido antes de passar para o seguinte, mantendo a ordem abaixo apresentada. Cada exercício tinha um intervalo de descanso no mínimo de 3 min entre as séries, por forma a poderem realizar todas as séries à máxima intensidade na fase concêntrica do movimento. As bolas medicinais utilizadas eram pesavam entre 3 a 5kg, sendo que variava consoante a capacidade para manter o nível de execução técnica do exercício.

**Tabela 2. Características do programa de treino da força implementado**

Exercício	Sessões de treino							
	1	2	3	4	5	6	7	8
2a feira								
Saltos com BM (SxR)	2x6	2x6	3x6	3x6	4x6	4x6	4x6	3x6
Lançamento BM acima da cabeça (SxR)	2x6	2x6	3x6	3x6	4x6	4x6	4x6	3x6
Afundos com BM e salto (SxR)	2x6	2x6	3x6	3x6	4x6	4x6	4x6	3x6
Lançamento BM partindo do peito (SxR)	2x6	2x6	3x6	3x6	4x6	4x6	4x6	3x6
Lat pulldown (% 1RM: SxR)	60:2x6	60:2x6	60:3x6	60:3x6	60:4x6	60:4x6	60:4x6	60:3x6
Abdominais (SxR)	2x20	2x20	3x20	3x20	4x20	4x20	4x20	3x20
4a feira								
Saltos sem carga (SxR)	2x6	2x6	3x6	3x6	4x6	4x6	4x6	3x6
Lançamento BM ao chão (SxR)	2x6	2x6	3x6	3x6	4x6	4x6	4x6	3x6
Afundos salto (SxR)	2x6	2x6	3x6	3x6	4x6	4x6	4x6	3x6
Lançamento BM para o ar (SxR)	2x6	2x6	3x6	3x6	4x6	4x6	4x6	3x6
Lat pulldown (% 1RM: SxR)	50:2x6	50:2x6	50:3x6	50:3x6	50:4x6	50:4x6	50:4x6	50:3x6
Abdominais (SxR)	2x20	2x20	3x20	3x20	4x20	4x20	4x20	3x20
6a feira								
Saltos por cima de barreiras (40cm) (SxR)	2x6	2x6	3x6	3x6	4x6	4x6	4x6	3x6
Lançamento BM com uma mão (SxR)	2x6	2x6	3x6	3x6	4x6	4x6	4x6	3x6
Agachamento com BM (SxR)	2x6	2x6	3x6	3x6	4x6	4x6	4x6	3x
Flexões de braços (SxR)	2x10	2x10	3x10	3x10	4x10	4x10	4x10	3x10
Dorso-lombares	2x20	2x20	3x20	3x20	4x20	4x20	4x20	3x20
Prancha (Rxtempo)	2x30seg	2x30seg	3x30seg	3x30seg	3x45seg	3x45seg	3x45seg	3x30seg

BM: Bola medicinal; 1RM: 1 repetição máxima; SxR: séries e repetições.

No final de cada treino físico fora de água, os nadadores realizavam 3x20 repetições de um exercício de reforço muscular de ombros, variando entre os dias de treino (que pode ser consultado em Batalha et al., 2014). O programa de treino da força desenvolvido foi adaptado e baseado em evidências científicas prévias e no material, espaço e tempo disponível pelo treinador (Amaro et al., 2017; Garrido et al., 2010).

## Análise Estatística

Para a análise dos dados foi utilizado o programa Microsoft Office Excel 2007 e o programa de análise estatística *Statistical Package of Social Science* (SPSS) 22.0, ambos para *Windows*. O cálculo de médias, desvios-padrão e 95% de intervalo de confiança (IC95%) foram realizados por métodos estatísticos padronizados. A homogeneidade das variâncias entre os grupos foi verificada através do teste de Levene, enquanto a normalidade da distribuição foi examinada através do teste de Shapiro-Wilk ( $n < 30$ ). Tendo em conta a normalidade, foram adotados testes paramétricos para a análise dos dados. Para realizar a comparação entre momentos, pré, pós treino e após destreino, foi utilizado o t-teste para medidas repetidas. A magnitude dos efeitos (ES) foram calculadas entre estes momentos, utilizando a folha de cálculo excel de Lakens (2013) e sendo considerados pequenos os valores entre 0.20 e 0.50, médios entre 0.50 e 0.80 e grandes se  $\geq 0.80$  (Lakens, 2013). O nível de significância estatístico foi considerado para  $p \leq 0.05$ .



## Resultados

Na Tabela 3 são apresentados os valores relativos à avaliação da força muscular entre os momentos da avaliação inicial, após o programa de treino da força e após o destreino. Podemos verificar que existiram melhorias significativas na força muscular dos membros superiores e inferiores com a implementação do programa de treino da força pelo período de 8 semanas. Após o destreino, podemos verificar que os valores não registaram diferenças para o momento de avaliação após o treino, com exceção do 1RM no exercício de *lat pulldown*, que aumentou, e no CMJ, que diminuiu para valores próximos aos valores iniciais.

**Tabela 3.** Valores das alterações nas variáveis de força analisadas, de pré-treino para pós treino e após destreino (n=8).

Variáveis	Pré	Pós	DT	Pré vs. Pós		Pré vs. DT		Pós vs. DT	
				Valor de <i>p</i>	ES	Valor de <i>p</i>	ES	Valor de <i>p</i>	ES
1RM Lat (kg)	81.87 ± 9.61	91.25 ± 6.94	96.00 ± 7.23	<b>0.000</b>	0.99	<b>0.000</b>	1.47	<b>0.000</b>	0.59
CMJ (m)	0.28 ± 0.06	0.34 ± 0.06	0.29 ± 0.05	<b>0.001</b>	0.89	0.59	0.16	<b>0.000</b>	0.80
BM peito (m)	4.15 ± 0.62	4.77 ± 0.47	4.93 ± 0.95	<b>0.001</b>	1.00	<b>0.006</b>	0.86	0.501	0.19
BM cabeça (m)	4.23 ± 0.44	4.85 ± 0.34	4.74 ± 0.69	<b>0.000</b>	1.40	<b>0.006</b>	0.79	0.601	0.18
Flexões de braços (n)	40.37 ± 10.54	46.25 ± 8.50	50.50 ± 12.73	<b>0.021</b>	0.55	<b>0.000</b>	0.77	0.181	0.35

Dados apresentados em média ± desvio-padrão

Pré: avaliação inicial; Pós: avaliação após o treino; DT: avaliação após o destreino; ES: tamanho do efeito; 1RM Lat: carga máxima para 1 repetição no lat pulldown; CMJ: salto com contramovimento; BM: lançamento da bola medicinal;

No que diz respeito à avaliação do rendimento durante o nado e avaliação biomecânica correspondente, podemos verificar na Tabela 4 a existência de melhorias significativas no tempo dos 100m livres após o programa de treino de força, muito devido à influência do melhor rendimento no segundo parcial da prova. Mais ainda, foram verificadas diferenças significativas no IN dos nadadores nos segundos 50m da prova de 100m livres, com valores superiores para o momento após o término do programa de treino de força. Comparando os valores obtidos com após o treino e após o período de destreino, verificamos a não existência de diferenças estatisticamente significativas em qualquer uma das variáveis analisadas.

**Tabela 4.** Valores das alterações de rendimento e análise biomecânica em pré-treino, pós treino e após destreino (n=8).

Variáveis	Pré	Pós	DT	Pré vs. Pós		Pré vs. DT		Pós vs. DT	
				Valor de <i>p</i>	ES	Valor de <i>p</i>	ES	Valor de <i>p</i>	ES
1° T50m (s)	30.26 ± 1.50	30.37 ± 1.32	30.61 ± 1.64	0.508	0.07	<b>0.036</b>	0.20	0.241	0.14
2° T50m (s)	33.60 ± 1.18	32.97 ± 1.38	33.16 ± 1.52	<b>0.013</b>	0.44	0.059	0.29	0.153	0.12
T100m (s)	63.86 ± 2.54	63.35 ± 2.65	63.78 ± 3.04	<b>0.018</b>	0.19	0.740	0.02	0.086	0.23
FG 1° 50m (Hz)	0.59 ± 0.05	0.57 ± 0.06	0.55 ± 0.05	0.201	0.32	<b>0.031</b>	0.71	0.251	0.32
FG 2° 50m (Hz)	0.60 ± 0.03	0.60 ± 0.05	0.58 ± 0.04	1.000	0.00	0.195	0.50	0.216	0.39
DC 1° 50m (m)	2.84 ± 0.25	2.93 ± 0.27	2.99 ± 0.25	0.231	0.31	<b>0.038</b>	0.53	0.360	0.20
DC 2° 50m (m)	2.49 ± 0.18	2.55 ± 0.22	2.60 ± 0.20	0.157	0.27	<b>0.043</b>	0.51	0.186	0.21
IN 1° 50m (m <sup>2</sup> c <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> )	4.70 ± 0.50	4.84 ± 0.50	4.90 ± 0.48	0.260	0.25	<b>0.053</b>	0.36	0.581	0.11
IN 2° 50m (m <sup>2</sup> c <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> )	3.71 ± 0.36	3.88 ± 0.43	3.94 ± 0.40	<b>0.051</b>	0.38	<b>0.023</b>	0.54	0.268	0.13

Dados apresentados em média ± desvio-padrão

Pré: avaliação inicial; Pós: avaliação após o treino; DT: avaliação após o destreino; ES: tamanho do efeito; 1° T50m: tempo do primeiro parcial de 50m; 2° T50m: tempo do 2° parcial de 50m; T100m: tempo dos 100m; FG: frequência gestual; DC: distância por ciclo; IN: índice de nado; 1° 50m: primeiro parcial de 50m; 2° 50m: segundo parcial de 50m.

Os valores da comparação apresentados nas Tabelas anterior pode ser confirmado na Figura 1, onde estão representadas as diferenças nas variáveis principais analisadas entre o momento pós treino e o pré-treino em termos percentuais, verificando que o salto vertical foi o que apresentou maiores ganhos percentuais

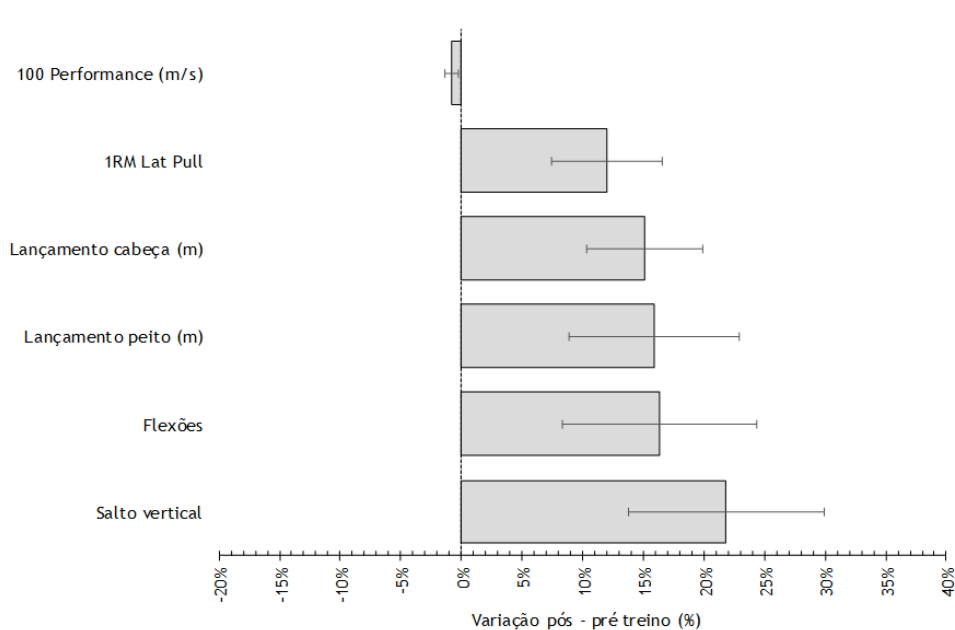


Figura 1 - Alterações médias (e intervalo de confiança de 95%) entre a avaliação inicial (pré-treino) e a avaliação pós-treino nas diferentes variáveis analisadas.

Quando nos reportamos ao rendimento desportivo ao nível competitivo, devemos não só analisar as variáveis de dispersão média, mas sim tentar perceber a resposta individual ao processo de treino analisado. Assim sendo, podemos verificar nas Figuras 2, 3, 4, 5, 6 e 7, a resposta individual ao processo de treino e cessação do mesmo nas diferentes variáveis avaliadas. Curioso é verificar que, apesar de existir uma tendência diferente num dos nadadores, com clara melhoria na grande parte das variáveis somente após o período de DT, parece existir uma tendência para uma continuidade na melhoria da força muscular no 1RM de *Lat pulldown* para todos os participantes.

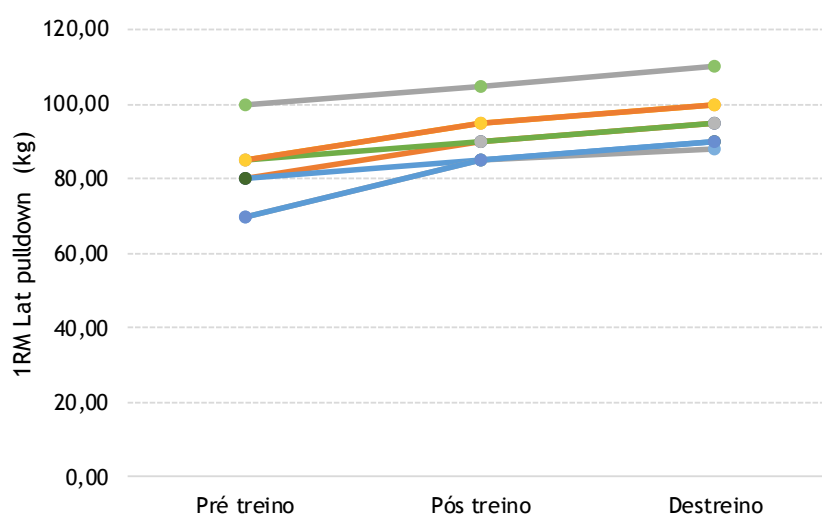


Figura 2 - Resposta individual relativamente ao programa de treino da força e destreino relativamente ao 1RM *lat pulldown* (cada cor representa um diferente nadador).

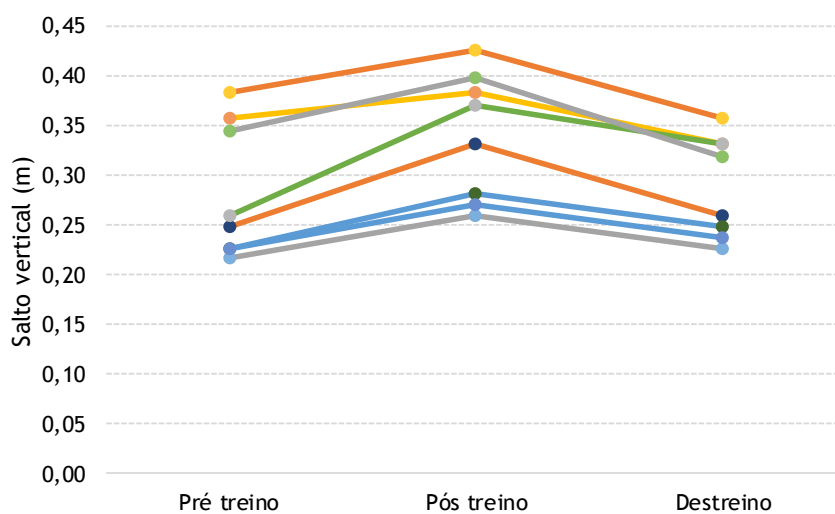


Figura 3 - Resposta individual relativamente ao programa de treino da força e destreino relativamente ao salto vertical (cada cor representa um diferente nadador).

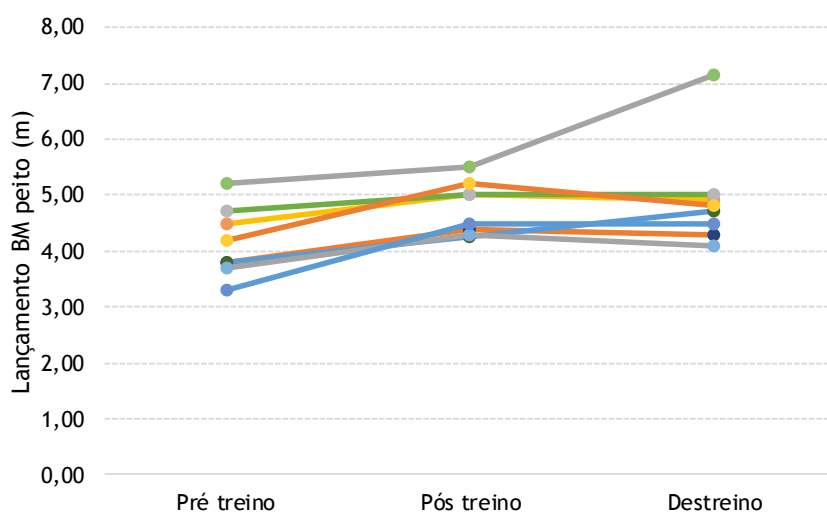


Figura 4 - Resposta individual relativamente ao programa de treino da força e destreino relativamente ao lançamento da bola medicinal (BM) partindo do peito (cada cor representa um diferente nadador).

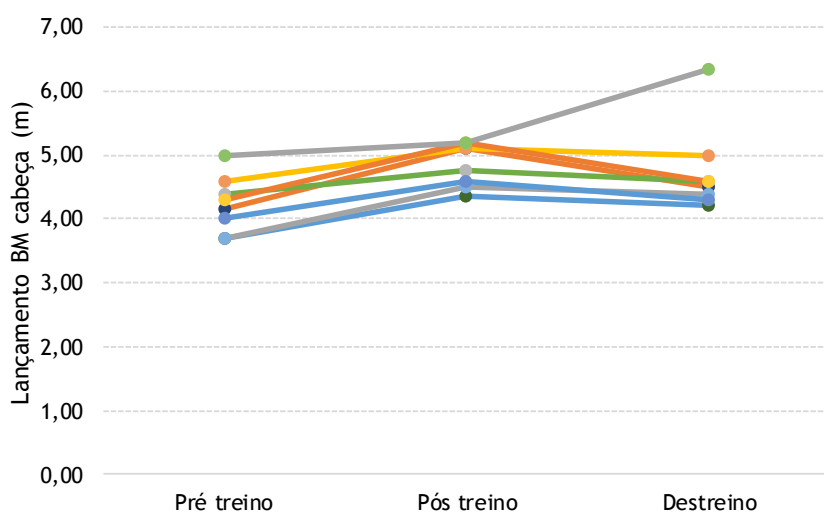


Figura 5 - Resposta individual relativamente ao programa de treino da força e destreino relativamente ao lançamento da bola medicinal (BM) partindo acima da cabeça (cada cor representa um diferente nadador).

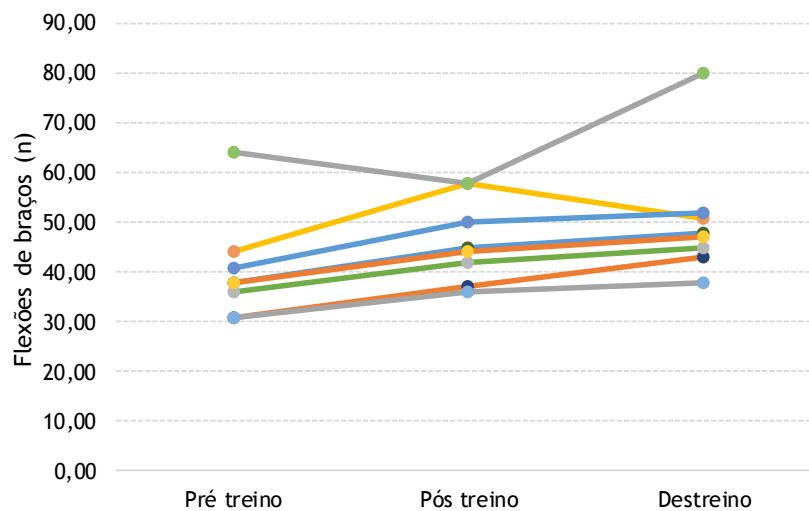


Figura 6 - Resposta individual relativamente ao programa de treino da força e destreino relativamente às flexões de braços (cada cor representa um diferente nadador).

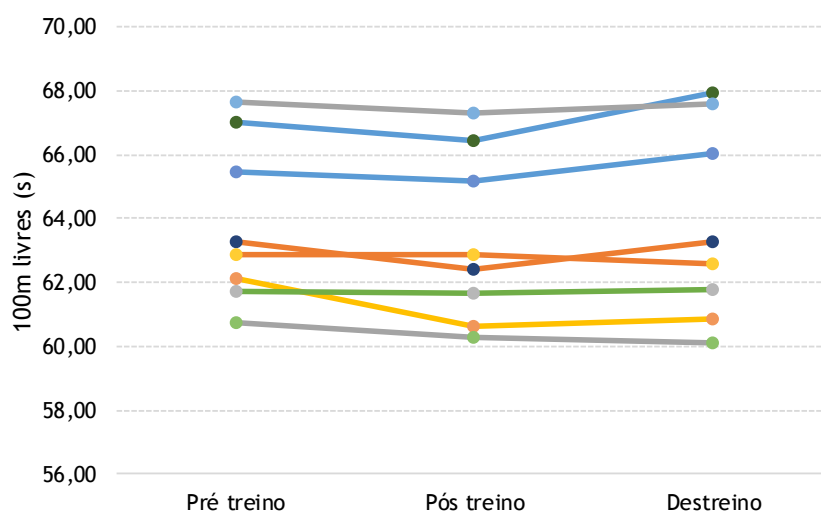


Figura 7 - Resposta individual relativamente ao programa de treino da força e destreino relativamente ao rendimento de nado (cada cor representa um diferente nadador).

## Discussão

O presente estudo teve como principal propósito verificar quais os efeitos que um programa de 8 semanas de treino da força simples e de fácil implementação para o treinador sobre variáveis de rendimento e eficiência de nado e de força muscular, em nadadores juniores de nível nacional. Adicionalmente, pretendemos verificar os efeitos da cessação deste programa de treino da força por um período de 4 semanas, mantendo o treino habitual dentro de água. Os resultados obtidos evidenciaram uma melhoria no rendimento dos 100 m livres após o período de treino da força, com particular influência da melhoria conseguida no segundo parcial de 50 m, com superior eficiência de nado. Esta melhoria foi também evidenciada em todas as variáveis de força avaliadas, nomeadamente 1RM *lat pulldown*, CMJ, lançamento da bola medicinal partido do peito e acima da cabeça, e flexões de braços, com especial ênfase para a superior percentagem de ganho conseguido com o CMJ. Após DT, houve uma tendência para diminuição do rendimento de nado e de força muscular, com diferenças significativas para o CMJ. Assim, podemos referir que o programa de treino da força aplicada durante 8 semanas foi suficiente para provocar melhorias na força dos membros superiores e inferiores dos nadadores, que foi traduzido numa melhoria do rendimento nos 100m livres, conseguido com uma técnica de nado mais eficiente na segunda parte da prova.

A investigação mais recente tem demonstrado que o treino da força faz melhorar o rendimento específico em prova, como forma de resposta a vários protocolos de treino da força (Crowley et al., 2017). Vários têm também sido os estudos que apresentam melhorias na força muscular, mas que depois não vêm estes ganhos transferidos para o rendimento durante o nado (Aspenes et al., 2009; Garrido et al., 2010), problema recorrendo com diferentes programas existentes. Segundo a tendência verificada recentemente, os programas de treino da força deverão ser com volumes baixos, elevadas relações entre a velocidade de execução e a força realizada, se possível, específicos para as provas de nado, sugerindo melhores resultados para treinos que envolvam o corpo como um todo do que isolando os movimentos. Em relação aos parâmetros de técnica de nado, a literatura é inconclusiva, mas tende a demonstrar uma melhoria da distância de ciclo (Crowley et al., 2017; Toussaint & Vervoorn, 1990).

O presente estudo utilizou um programa de treino da força simples, mas utilizando exercícios recorrendo à velocidade de execução, com volumes baixos e cargas relativas baixas. Desta forma, a intenção seria de utilizar maioritariamente a aceleração do movimento e a potência desenvolvida nos esforços balísticos, em última instância idênticos aqueles conseguidos na água. Com a aplicação deste programa verificamos melhorias substanciais em todos as

variáveis de força avaliadas, e de acordo com os ganhos previamente demonstrados pela literatura após um programa de 8 semanas de treino da força (entre 10 a 20% de melhoras) (Suchomel et al., 2018). Por vezes a literatura aponta para o facto de o treino da força poder ser prejudicado pelo treino aeróbio, decorrente da própria modalidade em si. No nosso caso, os participantes realizaram o treino na água como habitual, com volumes e durações que poderão ser considerados como maioritariamente aeróbio, sendo que mesmo assim verificamos ganhos substanciais na força dos nadadores. Podemos assim sugerir que, no caso específico da natação e em nadadores do escalão Júnior, um programa de treino da força recorrendo a este tipo de exercícios balísticos e explosivos trazem ganhos para a força muscular, mesmo utilizando o treino aeróbio no mesmo dia.

Com os ganhos de força conseguidos, seria expectável uma melhoria de rendimento significativa, muito embora a literatura tenha já apresentado casos em que tal não acontece (Crowley et al., 2017). No presente estudo verificamos melhoria de rendimento nos 100 m livres, muito devido à melhoria de rendimento verificada na segunda parte da prova. Strass (1988) verificaram melhorias na produção de força máxima explosiva comparada com a força máxima, verificando melhorias de aproximadamente 3% na velocidade de nado nos 50m livres. Parece que a adaptação neuromuscular referente melhoria de recrutamento moto, sincronização, co-contração, intra e inter-neuromuscular coordenação e inibição neural parece ser transferível para o rendimento desportivo (Strass, 1988).

O presente estudo, à semelhança dos estudos de Aspenes et al. (2009), Girold et al., 2007 e Girold et al., 2012, utilizaram elevadas velocidades de execução durante a fase concêntrica do movimento, e isto em vindo a ser associado a maior adaptação neuromuscular e recrutamento de fibras do tipo II (Sadowski et al., 2012; Veliz et al., 2014). Girold et al. (2007) e Aspenes et al. (2009), empregaram poucas repetições (1 a 6) e poucas series (1 a 3). Este método resultará em menos fadiga neuromuscular, que, em conjunto com a especificidade, uma vez que utilizamos exercícios com padrões similares aos utilizados em natação e em termos de velocidade de execução dos movimentos, poderão levar a uma transferência significativa para o rendimento em competição (Aspenes et al., 2009; Tanaka & Swensen, 1998; Trappe & Pearson, 1994).

Os resultados não demonstraram alterações significativas nas variáveis biomecânicas analisadas, nomeadamente na FG e na DC. No entanto, verificamos que existiu uma tendência para a maior DC nos segundos 50 m da prova de 100 m livres o que levou, conjuntamente com os ganhos de rendimento neste parcial, a uma maior eficiência de nado, traduzida pelo IN superior. Desta forma, podemos sugerir que o treino da força poderá contribuir para uma superior eficiência do nado na segunda parte da prova de 100 m. As alterações na velocidade de nado têm sido associadas com o aumento da DC, sendo este indicador um importante fator para o rendimento (Fernandes et al., 2006). Evidências anteriores demonstraram que treino

da força poderá provocar alterações no padrão técnico de nado (Crowley et al., 2017). Strauss (1988) observaram um aumento da DC e conseqüente melhoria no rendimento desportivo depois da aplicação do treino tradicional de força muscular, com poucas repetições. No entanto, Girold et al. (2007) e Aspenes et al. (2009) não verificaram qualquer alteração com a aplicação de um outro programa de treino de força similar, apesar da melhoria de rendimento verificada nos 400 m e 50 m livres. Assim, os resultados apresentados são conflituosos

A combinação ideal de FG e DC é requerida para obtenção do melhor rendimento individual, sendo que os efeitos do treino da força muscular têm vindo a ser associados mais às alterações no que se refere à DC. No entanto, os resultados são conflituosos. As investigações que analisaram alterações biomecânicas utilizaram maioritariamente o treino de força tradicional, sendo que no nosso caso específico, foram utilizados maioritariamente movimentos balísticos, com cargas baixas, poucas repetições, e velocidades de contração máximas, e com utilização de corpo inteiro durante os movimentos do exercício. Parece assim que tal se manifesta numa prova de curta duração, como os 100m livres, através duma superior eficiência de nado na segunda metade da prova.

Apesar da tendência para diminuição de rendimento após o período de DT, não se verificaram alterações significativas de rendimento nos 100 m livres quando comparado com o momento após o programa de treino. Já no caso das variáveis da força, verificamos uma diminuição significativa no CMJ. Contrariamente, os valores de 1RM do *lat pulldown* parecem aumentar com o período de destreino. A diminuição nas variáveis da força, mais ainda quando o exercício é essencialmente explosivo como o CMJ, parecem ser usuais após similares períodos de destreino (Kraemer et al., 2002; Mujika & Padilla, 2000), e vêm de alguma forma reforçar o efeito do programa de treino da força aplicado. Parece que quando o treino da força muscular é combinado com o treino aeróbio, como no nosso caso, o valor do rendimento no CMJ tende a decrescer consideravelmente depois de um período de DT (Santos et al., 2012). No entanto, verificamos que em casos de força máxima, como o 1RM, existe a necessidade de um período de adaptação que foi demonstrado após as 8 semanas de treino, mas que continuou por mais um período de 4 semanas, aumentando após o destreino. Vários estudos anteriores demonstraram esta tendência para o desempenho de força máxima (Amaro et al., 2017; Mujika & Padilla, 2000).

Como estamos perante o rendimento desportivo, é importante também percebermos a resposta individual ao treino. Através das Figuras apresentadas, verificamos a existência de respostas muito semelhantes entre os nadadores, sendo que um dos casos apresentou constantemente uma resposta diferente, com uma acentuada resposta após o período de destreino na grande parte das variáveis analisadas. Podemos estar perante um nadador que necessita de um maior período de adaptação às cargas externas do treino da força e que resulta numa resposta ótima mais tardia ao programa de treino da força, como complemento

do treino da água. Tais factos alertam-nos para a necessidade da observação individual dos resultados para além dos valores médios e de dispersão, principalmente quando estamos perante um desporto competitivo onde o rendimento individual determina o sucesso.

O presente estudo apresenta algumas limitações que devem ser referenciadas, nomeadamente o facto de o tamanho da amostra ser pequeno, o que eventualmente pode implicar alguma incerteza em relação aos resultados médios de algumas das variáveis analisadas. Alguns resultados demonstram algumas tendências, contudo, a relevância estatística só deverá ser atingida com um maior número de participantes no estudo, por forma a obter resultados mais robustos. Os métodos aplicados poderiam ser outros, recorrendo a tecnologias rápidas e fiáveis que são utilizadas hoje em dia em investigação. No entanto, temos que estar cientes de que estamos perante um estudo longitudinal, com nadadores de nível nacional, enquadrados num clube de elevada representação competitiva ao nível nacional. Para além disso, procuramos não interferir e procuramos estudar e aplicar numa situação de contexto real, verificando as reais adaptações dos nadadores, e assim obter um conjunto rico de informações que podem ser transferidos para o dia-a-dia do treinador, mesmo tendo por detrás as limitações apontadas.



## Conclusão

Como conclusão do presente estudo, podemos referir que um programa de treino da força, com baixo volume, aplicado por um período de 8 semanas e recorrendo a exercícios simples, de fácil implementação e controlo junto ao cais de piscina, em contexto habitualmente limitado, contribui favoravelmente para a melhoria da força muscular, traduzida pelo lançamento da bola medicinal, flexões de braços, salto vertical, e 1RM do *lat pulldown* e consecutivamente melhoria dos 100m livres. Este melhor rendimento de nado deveu-se fundamentalmente à melhoria da eficiência de nado nos segundos 50m da prova, que por sua vez se traduziu numa melhoria de rendimento neste mesmo parcial da prova dos 100 m livres. Adicionalmente, cessando o treino da força, parece existir uma tendência para a diminuição de rendimento, com clara diminuição da força explosiva nos membros inferiores.



## Implicações Práticas

Os resultados do presente podem ser utilizados como referência para futuras recomendações para o nadador e treinador, que vise integrar um programa de treino da força no seu planeamento de treino específico, com vista à melhoria do rendimento durante o nado. Assim, considerando os resultados obtidos e as conclusões delineadas, podemos sugerir enquanto implicações práticas que:

- Um programa de 8 semanas de treino da força poderá ser suficiente para provocar melhorias no rendimento de nado, principalmente em distâncias curtas;
- Um programa de treino da força baseado em poucas repetições, cargas baixas, exercícios balísticos e requerendo o estímulo de todo o corpo, parecem ser benéficos para a melhoria da força e do rendimento específico em natação, não interferindo negativamente com o treino específico realizado dentro de água.
- A cessação do programa de treino da força por um período de 4 semanas parece ser demasiado prolongado para não perder os ganhos adquiridos anteriormente com a aplicação deste programa. Assim sendo, aconselham-se períodos de regeneração, caso necessário, mais curtos;



## Sugestões Para o Futuro

A investigação realizada em contexto real e os resultados obtidos levam-nos a sugerir que mais investigações sejam realizadas em situações ecológicas, permitindo consolidar algumas das principais conclusões evidenciadas no presente estudo. Assim, deveriam ser realizados estudos com períodos de treino mais prolongados, com maior número de nadadores e nadadoras, com diferentes níveis desportivos e de diferentes sexos, por forma a verificar as diferenças que podem existir na aplicação de um programa de treino da força em diferentes contextos. Desta forma, seria possível fornecer um conjunto de recomendações práticas para desenhar um programa de intervenção relativamente ao treino da força em nadadores, consoante o nível, sexo, experiência e especialidade de nado. Mais ainda, carecem investigações acerca da influência de diferentes desenhos do treino da força, em complemento com o treino específico dentro de água, variando o tipo de exercícios utilizados, a intensidade, a frequência, a duração dos programas.



## Referências Bibliográficas

- Amaro, N. M., Marinho, D. A., Marques, M. C., Batalha, N. P., & Morouço, P. G. (2017). Effects of dry-land strength and conditioning programs in age group swimmers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(9), 2447-2454.
- Aspenes, S., Kjendlie, P. L., Hoff, J., & Helgerud, J. (2009). Combined strength and endurance training in competitive swimmers. *Journal of sports science & medicine*, 8(3), 357-365.
- Baker, D., Wilson, G., & Carlyon, B. (1994). Generality versus specificity: a comparison of dynamic and isometric measures of strength and speed-strength. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 68(4), 350-355.
- Balsalobre-Fernández, C., Tejero-González, C. M., del Campo-Vecino, J., & Bavaresco, N. (2014). The concurrent validity and reliability of a low-cost, high-speed camera-based method for measuring the flight time of vertical jumps. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(2), 528-533.
- Barbosa, T., Costa, M., & Marinho, D. (2013). Proposal of a deterministic model to explain swimming performance. *International Journal of Swimming Kinetics*, 2(1): 1-54.
- Batalha, N. M., Raimundo, A. M., Tomas-Carus, P., Marques, M. A., & Silva, A. J. (2014). Does an in-season detraining period affect the shoulder rotator cuff strength and balance of young swimmers?. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(7), 2054-2062.
- Batalha, N., Raimundo, A., Tomas-Carus, P., Paulo, J., Simão, R., & Silva, A. J. (2015). Does a land-based compensatory strength-training programme influences the rotator cuff balance of young competitive swimmers?. *European journal of sport science*, 15(8), 764-772.
- Bishop, D. (2003). Warm up I. *Sports medicine*, 33(6), 439-454.
- Breed, R. V., & Young, W. B. (2003). The effect of a resistance training programme on the grab, track and swing starts in swimming. *Journal of sports sciences*, 21(3), 213-220.
- Castro-Piñero, J., González-Montesinos, J. L., Mora, J., Keating, X. D., Girela-Rejón, M. J., Sjöström, M., & Ruiz, J. R. (2009). Percentile values for muscular strength field tests in children aged 6 to 17 years: influence of weight status. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(8), 2295-2310.
- Costill, D. L., Kowaleski, J., Porter, D., Kirwan, J., Fielding, R., & King, D. (1985). Energy Expenditure During Front Crawl Swimming: Predicting Success in Middle-E. *Int. J. Sports Med*, 6, 266-270.
- Craig, A. B., & Pendergast, D. R. (1979). Relationships of stroke rate, distance per stroke, and velocity in competitive swimming. *Med Sci Sports*, 11(3), 278-283.
- Crowley, E., Harrison, A. J., & Lyons, M. (2017). The Impact of Resistance Training on Swimming Performance: A Systematic Review. *Sports Medicine*, 47(11), 2285-2307.

- Docherty, D., Robbins, D., & Hodgson, M. (2004). Complex training revisited: A review of its current status as a viable training approach. *Strength and Conditioning Journal*, 26(6), 52-57.
- Fernandes, R. J., Marinho, D. A., Barbosa, T. M., & Vilas-Boas, J. P. (2006). Is time limit at the minimum swimming velocity of VO<sub>2</sub> max influenced by stroking parameters?. *Perceptual and motor skills*, 103(1), 67-75.
- Garrido, N., Marinho, D. A., Reis, V. M., van den Tillaar, R., Costa, A. M., Silva, A. J., & Marques, M. C. (2010). Does combined dry land strength and aerobic training inhibit performance of young competitive swimmers?. *Journal of sports science & medicine*, 9(2), 300 -310.
- Girold, S., Jalab, C., Bernard, O., Carette, P., Kemoun, G., & Dugué, B. (2012). Dry-land strength training vs. electrical stimulation in sprint swimming performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(2), 497-505.
- Girold, S., Maurin, D., Dugué, B., Chatard, J. C., & Millet, G. (2007). Effects of dry-land vs. resisted-and assisted-sprint exercises on swimming sprint performances. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 599-605.
- Goodwin, J.E., & Cleather, D.J. (2016) The biomechanical principles underpinning strength and conditioning. In: Jefferys I, Moody J, (eds). *Strength and conditioning for sports performance*. Routledge: Oxon, pp. 62-65.
- Haff, G. G., & Nimphius, S. (2012). Training principles for power. *Strength & Conditioning Journal*, 34(6), 2-12.
- Haycraft, J., Robertson, S. (2015). The effects of concurrent aerobic training and maximal strength, power and swim-specific dry-land training methods on swim performance: a review. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 23 (2), 91-99.
- Song, H. S., Park, D. H., & Jung, D. S. (2009). The Effect of Periodized Strength Training Application on the Korea National Team. *International Journal of Applied Sports Sciences*, 21(2), 122-145
- Kraemer, W. J., Koziris, L. P., Ratamess, N. A., Hakkinen, K., Triplett-mcbride, N. T., Fry, A. C., Gordon, S.E., Volek, J.S., French, D.N., Gomez, A. L., Sharman, M.J., Lynch, M.J., Izquierdo, M., Newton, R.U., & Fleck, S.J. (2002). Detraining produces minimal changes in physical performance and hormonal variables in recreationally strength-trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(3), 373-382.
- Lakens, D. (2013). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: A practical primer for t-tests and ANOVAs. *Frontiers in Psychology*, 4:863.
- Marfell-Jones, M., Olds, T., Stewart, A., & Carter, L. (2006). International Standards for Anthropometric Assessment. *Potchefstroom, South Africa: ISAK*.
- Morais, J. E., Silva, A. J., Marinho, D. A., Marques, M. C., Batalha, N., & Barbosa, T. M. (2016). Modelling the relationship between biomechanics and performance of young sprinting swimmers. *European journal of sport science*, 16(6), 661-668.

- Morouço, P., Keskinen, K. L., Vilas-Boas, J. P., & Fernandes, R. J. (2011). Relationship between tethered forces and the four swimming techniques performance. *Journal of Applied Biomechanics*, 27(2), 161-169.
- Mujika, I., & Padilla, S. (2000). Detraining: loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part I. *Sports Medicine*, 30(2), 79-8.
- Neiva, H. P., Marques, M. C., Barbosa, T. M., Izquierdo, M., & Marinho, D. A. (2014). Warm-up and performance in competitive swimming. *Sports Medicine*, 44(3), 319-330.
- Newton, R. U., Jones, J., Kraemer, W. J., & Wardle, H. (2002). Strength and Power Training of Australian Olympic Swimmers. *Strength & Conditioning Journal*, 24(3), 7-15.
- Veliz, R. R., Requena, B., Suarez-Arrones, L., Newton, R. U., & de Villarreal, E. S. (2014). Effects of 18-week in-season heavy-resistance and power training on throwing velocity, strength, jumping, and maximal sprint swim performance of elite male water polo players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(4), 1007-1014..
- Sadowski, J., Mastalerz, A., Gromisz, W., & Niżnikowski, T. (2012). Effectiveness of the power dry-land training programmes in youth swimmers. *Journal of human kinetics*, 32, 77-86.
- Santos, A. P., Marinho, D. A., Costa, A. M., Izquierdo, M., & Marques, M. C. (2012). The effects of concurrent resistance and endurance training follow a detraining period in elementary school students. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(6), 1708-1716.
- Seo, D. I., Kim, E., Fahs, C. A., Rossow, L., Young, K., Ferguson, S. L., Thiebau, R., Sherl, V.D., Loenneke, J.P., Kim, D., Lee, M., Choi, K., Bemben, D.A., Bemben, M.G., & So, W. (2012). Reliability of the one-repetition maximum test based on muscle group and gender. *Journal of sports science & medicine*, 11(2), 221-225.
- Strass, D. (1988). Effects of maximal strength training on sprint performance of competitive swimmers. *Swimming Science V: International Series on Sport Sciences*, 18, 149-156.
- Suchomel, T. J., Nimphius, S., Bellon, C. R., & Stone, M. H. (2018). The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. *Sports Medicine*, 48(4) 765-785.
- Tanaka, H., & Swensen, T. (1998). Impact of resistance training on endurance performance. *Sports medicine*, 25(3), 191-200.
- Toussaint, H. M., & Truijens, M. (2006). Power requirements for swimming a world-record 50-m front crawl. *International journal of sports physiology and performance*, 1(1), 61-64.
- Toussaint, H. M., & Vervoorn, K. (1990). Effects of specific high resistance training in the water on competitive swimmers. *International Journal of Sports Medicine*, 11(03), 228-233.
- Trappe, S., & Pearson, D. R. (1994). Effects of weight assisted dry-land strength training on swimming performance. *J Strength Cond Res*, 8(4), 209-213.

Weston, M., Hibbs, A. E., Thompson, K. G., & Spears, I. R. (2015). Isolated core training improves sprint performance in national-level junior swimmers. *International journal of sports physiology and performance*, 10(2), 204-210.