



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

PROTO DEPARTAMENTO DE DESPORTO E SAÚDE

***Efeitos de um programa de treino específico na
força, equilíbrio muscular e flexibilidade dos
rotadores do ombro. Comparação com
programa de treino convencional***

Sónia Isabel Tomé Dias

Orientação: Prof. Dr. Nuno Miguel Prazeres Batalha

Mestrado em Exercício e Saúde

Dissertação

Évora, 2013

UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

PROTO DEPARTAMENTO DE DESPORTO E SAÚDE

Efeitos de um programa de treino específico na força, equilíbrio muscular e flexibilidade dos rotadores do ombro. Comparação com programa de treino convencional

Sónia Isabel Tomé Dias

Orientação: Prof. Dr. Nuno Miguel Prazeres Batalha

Mestrado em Exercício e Saúde

Dissertação

Évora, 2013

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Nuno Batalha, por me ter ajudado, incentivado, e apoiado desde o início da ideia, pela sua amizade, compreensão, paciência e dedicação ao longo destes anos, pelo seu profissionalismo, o qual me ajudou a ultrapassar os obstáculos que foram surgindo ao longo deste trabalho e na minha vida estudantil.

Aos técnicos e nadadores presentes durante as recolhas de dados para este trabalho, pelo apoio, disponibilidade e paciência demonstrada, em especial ao treinador Júlio Borja, por me ter incentivado e apoiado desde o início, quando este trabalho ainda era um “feto”, e pela sua prontidão em disponibilizar a sua equipa para este trabalho, e ao treinador José Miguel Baptista, por ter permitido que este trabalho se tenha realizado, e ter dado azo à disponibilidade prestada pelo treinador Júlio Borja.

Aos pais dos nadadores do Clube Natação de Faro, em especial, por terem demonstrado confiança em mim para autorizarem os seus educandos a fazerem parte deste trabalho, principalmente nos momentos de recolha de dados, quando tinha que transportar os seus educandos ao Pavilhão da Universidade de Évora.

Ao Presidente da Câmara Municipal de Faro, Eng. Macário Correia, por ter disponibilizado os autocarros para o transporte dos atletas.

Ao Professor Sérgio Cavaco, por ter autorizado a realização de algumas recolhas de dados e a realização dos exercícios em causa, nas Piscinas Municipais de Faro.

À minha família (pais, avós e irmã), por todo o apoio incondicional que me têm dado, não só nesta etapa, mas em toda a minha vida, tudo o que sou hoje é devido a eles, e a eles, um **Muito Obrigada!**

Resumo

O trabalho apresentado teve como objetivo avaliar e comparar os efeitos de dois programas de treino de 10 semanas, efetuando treinos de força compensatórios dos ombros em jovens nadadores de competição, realizado dentro e fora de água. 25 nadadores, de ambos os sexos, foram avaliados e divididos em dois grupos com características idênticas - grupo experimental terra (N=14) e grupo experimental água (N=11). Os grupos foram avaliados em 2 momentos (inicial e ao fim de 10 semanas) na flexibilidade, força de prensão manual e força isocinética dos rotadores dos ombros através de dois protocolos, 3 repetições a 60°/s e 20 repetições a 180°/s. Foi utilizado o teste *t* de *Student* para amostras independentes e ANOVA para medidas repetidas. O programa de treino realizado em seco revelou-se mais eficaz que o realizado na água, pois contribuiu para diminuir o desequilíbrio muscular, reduzir a fadiga muscular e aumentar os níveis de força.

Palavras-chave: Treino compensatório; força isocinética; jovens nadadores; rotadores dos ombros.

Effects of a specific training program on strength, muscle balance and flexibility of the shoulder rotators. Comparison with conventional training program.

Abstract

The main objectives of this thesis was to evaluate and compare the effects of two training program for 10 weeks, performing compensatory strength training of the shoulders on young competitive swimmers, carried in and out of the water. 25 swimmers, both sexes were initially evaluated and divided into two groups – earth experimental group (n=14) and water experimental group (n=11). The two groups were assessed at 2 time points (baseline and after 10 weeks) in flexibility, power press hands and isokinetic strength of the rotators of the shoulders by 2 protocols, 3 repetitions at 60°/s and 20 repetitions at 180°/s. We used the Student *t* test for independent samples and ANOVA for repeated measures. The training program conducted in dry proved more effective than the one conducted in water, in the reduction of muscle imbalance, decreased muscle fatigue and increased levels of strength.

Keywords: Compensatory training; isokinetic strength; young swimmers; shoulder rotators.

ÍNDICE GERAL

Capítulo I – INTRODUÇÃO	2
1. Enquadramento do problema.....	3
2. Definição do problema.....	3
3. Objetivos.....	5
3.1. Objetivos Gerais.....	5
3.2. Objetivos específicos.....	5
Capítulo II – REVISÃO DA LITERATURA	7
1. Ações musculares dos membros superiores na Natação Pura Desportiva.....	7
2. Análise dos desequilíbrios musculares dos rotadores dos ombros na Natação Pura Desportiva.....	11
3. Avaliação da força isocinética da articulação do ombro.....	11
3.1. Análise e interpretação dos dados isocinéticos.....	12
3.1.1. Rácios Unilaterais.....	13
3.1.2. Índice de Fadiga.....	14
3.1.3. Comparações Bilaterais.....	15
3.1.4. A utilização de valores normativos.....	16
3.2. Relação entre testes isocinéticos e performance funcional em atividades que envolvam os membros superiores.....	16
3.3. Dinamómetros utilizados em avaliações isocinéticas da articulação do ombro.....	17
3.4. Posição anatómica utilizada na avaliação isocinética da articulação do ombro.....	18
3.5. Velocidade angular e número de repetições utilizadas na avaliação da força isocinética da articulação do ombro.....	19
3.5.1. Correção ao efeito da gravidade.....	19
4. Treino de força compensatório dos músculos rotadores dos ombros na Natação Pura Desportiva.....	20
5. Avaliação da flexibilidade nos rotadores dos ombros.....	24
6. Avaliação da prensa manual (hand-grip).....	25
6.1. Instrumento e posições utilizadas na avaliação do hand-grip.....	26
Capítulo III – METODOLOGIA	30
1. Amostra.....	30
2. Procedimentos.....	31
2.1. Avaliação da força isocinética dos rotadores do ombro.....	31
2.2. Avaliação da flexibilidade.....	32
2.3. Avaliação do hand-grip.....	34
2.4. Programa de treino de força compensatório para rotadores dos ombros.....	36
2.4.1. Programa de treino de força compensatório tradicional.....	37
2.4.2. Programa de treino de força compensatório específico.....	37
2.5. Avaliação Maturacional.....	41
3. Tratamento Estatístico.....	44
Capítulo IV – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	47
1. Caracterização do perfil de força isocinética dos rotadores dos ombros no início da época e estado maturacional em cada um dos momentos de avaliação.....	47
2. Efeitos dos programas de treino compensatórios na força e fadiga dos rotadores dos ombros e respetivos rácios unilaterais.....	49

3. Comparação dos valores de rácios (RE/RI) entre braço dominante e não dominante nos momentos de avaliação.....	53
4. Efeitos dos programas de treino compensatórios na flexibilidade dos rotadores dos ombros e na força de preensão manual.....	54
Capítulo V – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	57
1. Caracterização do perfil de força isocinética dos rotadores dos ombros no início da época e estado maturacional em cada um dos momentos de avaliação.....	57
2. Efeitos dos programas de treino compensatórios na força e fadiga dos rotadores dos ombros e respetivos rácios unilaterais.....	60
3. Comparação dos valores de rácios (RE/RI) entre braço dominante e não dominante nos momentos de avaliação.....	64
4. Efeitos dos programas de treino compensatórios na flexibilidade dos rotadores dos ombros e na força de preensão da mão.....	65
5. Limitações do estudo.....	66
Capítulo VI – CONCLUSÕES.....	68
Capítulo VII – BIBLIOGRAFIA.....	70
ANEXOS.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	<u>Diagrama do desenho experimental.</u>	32
Figura 2:	<u>Posição inicial da avaliação isocinética.</u>	33
Figura 3:	<u>Posição inicial da avaliação da flexibilidade.</u>	35
Figura 4:	<u>Posição padrão para avaliação da FPM.</u>	37
Figura 5:	<u>1º Exercício do programa de força compensatório tradicional. A – Posição inicial; B – Posição final.</u>	38
Figura 6:	<u>2º Exercício do programa de força compensatório tradicional. A – Posição inicial; B – Posição final.</u>	38
Figura 7:	<u>3º Exercício do programa de força compensatório tradicional. A – Posição inicial; B – Posição final.</u>	39
Figura 8:	<u>4º Exercício do programa de força compensatório tradicional. A – Posição inicial; B – Posição final.</u>	39
Figura 9:	<u>1º Exercício do programa de força compensatório específico. A – Posição inicial; B – Posição intermédia; C – Posição final.</u>	41
Figura 10:	<u>2º Exercício do programa de força compensatório específico. A – Posição inicial; B – Posição intermédia; C – Posição final.</u>	42
Figura 11:	<u>Colocação das palmas no 2º Exercício do programa de força compensatório específico.</u>	42
Figura 12:	<u>3º Exercício do programa de força compensatório específico. A – Posição inicial; B – Posição intermédia; C – Posição final.</u>	43
Figura 13:	<u>Caracterização dos índices de fadiga nos dois grupos para o membro dominante e não dominante.</u>	48
Figura 14:	<u>Efeitos dos treinos de força compensatórios no Índice de Fadiga do Membro Dominante. Comparações intra e entre grupos.</u>	52
Figura 15:	<u>Efeitos dos treinos de força compensatórios no Índice de Fadiga do Membro Não Dominante. Comparações intra e entre grupos.</u>	52

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1:	Parâmetros de caracterização da amostra.	30
Quadro 2:	Resistência das bandas elásticas Thera-Band tendo por base a percentagem de alongamento das mesmas (adaptado de Page et al., 2000).	40
Quadro 3:	Caracterização da amostra no início da época desportiva (pré intervenção) através das médias e respetivos desvios padrão (DP), dos Peak-Torques (Nm) e Rácios RE/RI (%) na avaliação efetuada à velocidade angular de 60°/s.	47
Quadro 4:	Caracterização da amostra no início da época desportiva (pré intervenção) através das médias e respetivos desvios padrão (DP), dos Peak-Torques (Nm) e Rácios RE/RI (%) na avaliação efetuada à velocidade angular de 180°/s.	48
Quadro 5:	Caracterização do estado maturacional (percentagem da estatura matura adulta predita) dos dois grupos da amostra nos dois momentos de avaliação.	49
Quadro 6:	Efeito dos treinos de força compensatório nos <i>Peak-Torques</i> (Nm) das rotações externas e internas do braço dominante e respetivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 60°/s. Resultados do início e após as 10 semanas.	49
Quadro 7:	Efeito dos treinos de força compensatório nos <i>Peak-Torques</i> (Nm) das rotações externas e internas do braço não dominante e respetivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 60°/s. Resultados do início e após as 10 semanas.	50
Quadro 8:	Efeito dos treinos de força compensatório nos <i>Peak-Torques</i> (Nm) das rotações externas e internas do braço dominante e respetivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 180°/s. Resultados do início e após as 10 semanas.	51
Quadro 9:	Efeito dos treinos de força compensatório nos <i>Peak-Torques</i> (Nm) das rotações externas e internas do braço não dominante e respetivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 180°/s. Resultados do início e após as 10 semanas.	51
Quadro 10:	Comparação dos rácios RE/RI entre membro dominante e não dominante ao longo das 10 semanas. Resultados obtidos com o protocolo de 3 repetições a 60°/s.	53
Quadro 11:	Comparação dos rácios RE/RI entre membro dominante e não dominante ao longo das 10 semanas. Resultados obtidos com o protocolo de 20 repetições a 180°/s.	53
Quadro 12:	Efeito dos treinos de força compensatório na Flexibilidade (FLX) dos rotadores do ombro no Membro Dominante.	54
Quadro 13:	Efeito dos treinos de força compensatório na Flexibilidade (FLX) dos rotadores do ombro no Membro Não Dominante.	54
Quadro 14:	Efeito dos treinos de força compensatório na força de preensão manual (Hand-Grip) no MD e no MND.	55

LISTA DE ABREVIATURAS

%EMAP –	Porcentagem da Estatura Madura Adulta Predita
AM –	Amplitude de Movimento
EMAP –	Estatura Madura Adulta Predita
FPM –	Força de Prensão Manual
IC –	Intervalo de Confiança
IF –	Índice de Fadiga
MD –	Membro Dominante
MI –	Membros Inferiores
MND –	Membro Não Dominante
MS –	Membros Superiores
NPD –	Natação Pura Desportiva
PT –	Peak-Torque
Rácio RE/RI –	Rácio entre os rotadores externos e rotadores internos
RE –	Rotadores Externos
RI –	Rotadores Internos

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

1. Enquadramento do problema

2. Definição do problema

3. Objetivos

3.1. Objetivos Gerais

3.2. Objetivos específicos

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

Na natação, a lesão mais frequente é no complexo articular do ombro, com uma prevalência de 40% a 91% (Wanivenhaus *et al.*, 2012). De forma a prevenir estas lesões, vários autores (Reinold *et al.*, 2004; Swanik *et al.*, 2002) estudaram formas de prevenção com programas de treino de força compensatório mais tradicionais para os rotadores do ombro em seco, mas não existem referências sobre estudos com programas de treino de força compensatório mais específico. Podemos considerar para estes programas de treino de força específicos, exercícios realizados dentro de água, onde os movimentos se aproximam mais dos movimentos dos estilos de nado realizados pelos nadadores.

Ao longo dos anos, a investigação sobre o “ombro de nadador” tem vindo a evoluir, mas existe ainda uma lacuna na investigação, relativamente a programas de treino de força mais específicos e uma ausência quando falamos em programas de treino de força de jovens atletas.

A realização desta investigação teve como intuito a comparação de um programa de treino de força compensatório específico para os ombros dos jovens nadadores com um programa de treino de força compensatório mais tradicional.

Assim, com este trabalho pretendemos dar um contributo para o desenvolvimento do conhecimento dos efeitos do treino de força compensatório específico na prevenção de lesões na natação e, desta forma, colmatar uma parte da referida lacuna na literatura.

Este trabalho está dividido em seis partes. A primeira diz respeito à introdução do tema, onde será definido o problema, os objetivos e as hipóteses de estudo. Numa segunda parte será realizada uma revisão da literatura sobre o tema proposto no trabalho. Na terceira parte serão explicadas as questões metodológicas do processo, desde a seleção da amostra até ao tratamento estatístico dos dados. A quarta parte será a apresentação dos resultados, sendo que a sua análise mais cuidada, e com base em alguns dados oriundos da revisão de literatura, será descrita na quinta parte do trabalho. E por fim, na sexta e última parte deste trabalho serão apresentadas as principais

conclusões do estudo, com referências a alguns estudos já existentes, e recomendações para futuras investigações.

1. Enquadramento do problema

Em qualquer desporto praticado, é necessário que todas as componentes do corpo humano estejam em harmonia, isto é, para que haja uma boa funcionalidade das articulações, é necessário que haja um equilíbrio muscular entre agonista e antagonista, de forma a prevenir as lesões que são características de cada desporto (Bak & Magnusson, 1997).

No caso da natação, Maglischo (2003) descreve-a como um desporto de resistência, onde é necessário um volume de treino considerável para a realização de determinadas tarefas e que coloca a articulação do ombro em sobrecarga, e como é uma modalidade cíclica e bilateral (utiliza os dois membros superiores (MS), em simultâneo ou em alternado, conforme o estilo de nado), existe uma maior probabilidade de ocorrência de lesões nos ombros (Blanch, 2004; Wanivenhaus *et al.*, 2012).

Com base no que foi descrito, existe uma necessidade de investigação mais profunda no que respeita a exercícios mais específicos para a Natação Pura Desportiva (NPD), e é o que nos propomos a realizar com este trabalho.

2. Definição do Problema

Na Natação Pura Desportiva, os atletas de competição treinam entre 10 a 12 meses por ano, com treinos quase todos os dias da semana, o que leva a uma elevada repetição de movimentos, podendo originar lesões e desequilíbrios musculares entre os rotadores internos (RI) e os rotadores externos (RE) dos ombros. Estas lesões acreditam-se serem originadas pelo repetido movimento ou pela má execução da braçada, que pode dar origem à síndrome do impacto no ombro e, por sua vez, a uma lesão na coifa dos rotadores (Beach *et al.*, 1992; Busso, 2004).

Nestes nadadores verifica-se uma diferença significativa entre a força muscular dos RI (mais força) e dos RE (menos força) devido a movimentos e contrações concêntricas repetidas que são solicitadas durante a fase propulsiva da braçada (Ramsi *et al.*, 2004).

Uma forma de determinar a força muscular dos rotadores dos ombros é através dos rácios entre os RE e os RI (RE/RI) (Cingel *et al.*, 2007). Um decréscimo ou manutenção do valor de força concêntrica dos RE, juntamente com um aumento do mesmo valor dos RI dos ombros, pode levar a um menor valor do rácio e, conseqüentemente, levar a um maior risco de lesão na articulação (Cingel *et al.*, 2007).

Ramsi *et al.* (2004) realizou um estudo ao longo de uma época desportiva com nadadores e os resultados apontaram para ganhos significativos de força nos RI, não se verificando o mesmo aumento para os RE dos ombros dos nadadores. Estes resultados indicaram um aumento da descompensação entre os músculos dos rotadores, podendo aumentar a incidência de lesões. Estes autores utilizaram um dinamómetro manual e avaliaram apenas a produção de força isométrica, o que nos parece insuficiente para avaliar o problema do estudo.

Beneka *et al.* (2002) compararam dois tipos de treino muscular, treino isocinético e treino com pesos livres, e concluíram que houve melhorias significativas na capacidade de produção de força nos rotadores dos ombros após 8 semanas de treino.

Swanik *et al.* (2002) estudaram os efeitos nos níveis de força e na incidência de dores nos ombros, usando um programa de treino com bandas elásticas, pesos livres e o peso do corpo, tendo chegado à conclusão que o treino funcional reduz a incidência de lesões nos ombros dos nadadores, bem como no aumento da força dos RI e dos RE.

Kluemper & Hazelrigg (2006) também utilizaram nadadores na sua investigação, mas analisaram o efeito do treino de força e flexibilidade dos rotadores na postura dos ombros.

Em todos os estudos referidos anteriormente verificaram-se ganhos significativos de força nos rotadores dos ombros após um programa de treino específico para o efeito, mas todos eles, inclusive nos estudos de Reinold *et al.* (2004) e de Malliou *et al.* (2004), os programas de treino foram realizados em seco e nenhum deles foi realizado dentro de água, nem com uma amostra de jovens nadadores.

3. Objetivos

3.1. Objetivos Gerais

Os objetivos gerais deste trabalho consistem na contribuição para o conhecimento dos efeitos do treino de força compensatório, quer o treino convencional (realizado em seco) quer o treino mais específico (realizado dentro de água) para o complexo articular do ombro, bem como contribuir para a prevenção de lesões dos ombros em nadadores de competição.

Para atingir estes objetivos, propomo-nos avaliar, durante 10 semanas, dois grupos de jovens nadadores que serão submetidos a um programa de treino de força compensatório convencional e a um programa de treino de força compensatório específico.

3.2. Objetivos específicos

Como objetivos específicos para este trabalho temos de:

- 1) Caracterizar o perfil de força isocinética dos músculos rotadores dos ombros em jovens nadadores.
- 2) Comparar os efeitos dos distintos métodos de treino ao nível dos níveis de força, equilíbrio muscular e fadiga dos rotadores do ombro de jovens nadadores.
- 3) Avaliar o efeito de um período de 10 semanas de treino de força compensatório, específico e convencional, dos rotadores do ombro no nível de força dos RI e dos RE, no equilíbrio muscular dos rotadores e nos níveis de fadiga muscular dos rotadores, bem como na flexibilidade dos RI e dos RE e na força de prensão manual.
- 4) Comparar o equilíbrio muscular dos rotadores dos ombros entre braço dominante e não dominante.
- 5) Contribuir para a criação de dados normativos específicos da amostra.

CAPÍTULO II – REVISÃO DA LITERATURA

1. Ações musculares dos membros superiores na Natação Pura Desportiva
 2. Análise dos desequilíbrios musculares dos rotadores dos ombros na Natação Pura Desportiva
 3. Avaliação da força isocinética da articulação do ombro
 - 3.1. Análise e interpretação dos dados isocinéticos
 - 3.1.1. Rácios Unilaterais
 - 3.1.2. Índice de Fadiga
 - 3.1.3. Comparações Bilaterais
 - 3.1.4. A utilização de valores normativos
 - 3.2. Relação entre testes isocinéticos e performance funcional em atividades que envolvam os membros superiores
 - 3.3. Dinamómetros utilizados em avaliações isocinéticas da articulação do ombro
 - 3.4. Posição anatómica utilizada na avaliação isocinética da articulação do ombro
 - 3.5. Velocidade angular e número de repetições utilizadas na avaliação da força isocinética da articulação do ombro
 - 3.5.1. Correção ao efeito da gravidade
 4. Treino de força compensatório dos músculos rotadores dos ombros na Natação Pura Desportiva
 5. Avaliação da flexibilidade nos rotadores dos ombros
 6. Avaliação da prensa manual (hand-grip)
 - 6.1. Instrumento e posições utilizadas na avaliação do hand-grip
-

CAPÍTULO II – REVISÃO DA LITERATURA

1. Ações musculares dos membros superiores na Natação Pura Desportiva

A Natação Pura Desportiva (NPD) é considerada uma modalidade de resistência, na qual os nadadores têm um número elevado de treinos e consequentemente poucos dias de descanso. Esta modalidade tem um quadro competitivo com uma duração de 10 a 12 meses por ano e é caracterizada por ter muitos movimentos cíclicos, quer alternados, quer simultâneos (Batalha *et al.*, 2012), o que faz com que parte da deslocação realizada pelo nadador sobre a água seja devida à força propulsiva dos Membros Superiores (MS), onde são necessários muitos grupos musculares para a propulsão. Estas características colocam especial ênfase no complexo articular do ombro, onde a sua sobre utilização vai originar desequilíbrios musculares, a nível dos rotadores internos (RI) e rotadores externos (RE) dos ombros, e, por sua vez, instabilidade na articulação do ombro (O'Donnell *et al.*, 2005).

Podemos mesmo afirmar que o complexo articular do ombro é a região anatómica mais complexa que envolve uma grande quantidade de músculos, tendões, ligamentos, nervos, ou seja, tecidos moles, tendo pouco suporte ósseo (Cartucho & Espregueira-Mendes, 2009). O ombro é a articulação do corpo humano com maior mobilidade, e como é a articulação mais solicitada pelos nadadores, existe um grande risco de inflamação e lesão nesta região (Cartucho & Espregueira-Mendes, 2009; Reinold *et al.*, 2004). Para que haja um maior suporte e estabilidade muscular no ombro, de forma a evitar ou prevenir estas lesões, existe necessidade de recrutamento de estruturas que permitam a funcionalidade do ombro, tais como ligamentos, tendões, cápsula articular e os músculos da coifa dos rotadores (Cartucho & Espregueira-Mendes, 2009; Reinold *et al.*, 2004).

A coifa dos rotadores é importante para a maioria dos indivíduos no trabalho, desporto e nas atividades diárias e possibilita a posição e o controlo dos membros superiores através da elevação e da rotação da articulação glenoumeral (Malcarney &

Murrel, 2003). Esta articulação é bastante importante para os nadadores, pois permite a rotação do ombro e é constituída por quatro músculos que formam uma capa à volta da articulação glenoumeral e respetiva cápsula, a saber: o supra-espinhoso, o infra-espinhoso, o pequeno redondo, e o subescapular (Malcarney & Murrel, 2003). De acordo com Busso (2004), estes músculos desempenham importantes funções nas técnicas de nado. Assim, o supra-espinhoso realiza uma rotação externa e abdução na recuperação do crol e costas; o infra-espinhoso é um estabilizador articular nas fases iniciais das recuperações do crol e da mariposa; o pequeno redondo é um estabilizador articular em todos os movimentos do braço; e por último o subescapular é responsável pela rotação interna nos movimentos propulsivos e adução na fase subaquática do braço no crol e mariposa. Segundo o mesmo autor, estão envolvidos mais cinco músculos como o deltoide, o trapézio, o grande dentado, o romboide e o grande dorsal, que ajudam na estabilidade da articulação do ombro.

Na NPD, qualquer movimento realizado durante o nado de qualquer técnica existe uma sobre utilização dos membros superiores, bem como movimentos repetidos em posições acima do nível da cabeça que são movimentos que exigem grandes amplitudes articulares e, posteriormente, causam níveis elevados de stresse na articulação do ombro, originando assim a lesão mais comum na NPD, a síndrome de conflito ou de impacto (Kennedy *et al.*, 1978; O'Donnell *et al.*, 2005). Segundo Busso (2004), a síndrome de impacto é a diminuição do espaço acromial onde há um atrito constante entre as partes moles e o arco acromial. Esta lesão deve-se a movimentos de excessiva flexão, abdução e RI, que ocorrem nas fases propulsivas subaquáticas da braçada e durante a fase de recuperação nos estilos de crol e de mariposa (Blanch, 2004), onde a área de impacto é centrada na inserção do músculo supra-espinhoso com a longa porção do bicípite e/ou da compressão do tendão supra-espinhoso com o terço anterior do arco sub-acromial.

Yanai & Hay (2000) analisaram o nado de crol, com o objetivo de determinar quais as causas técnicas que originam a síndrome de conflito. As principais conclusões a que os autores chegaram, indicam que os nadadores conseguiram reduzir o número de ocorrências desta lesão através de alterações na técnica de nado, de forma a reduzir a elevada RI da braçada na fase propulsiva, o início tardio da RE na fase de recuperação, e a reduzida rotação do tronco.

No que diz respeito à velocidade de nado, Yanai & Hay (2000) não encontraram quaisquer relações entre o aparecimento, ou não, da síndrome, com a distância, quer longa quer curta. O mesmo se verifica na utilização, ou não, das palas nas superfícies propulsivas.

Por último, Yanai & Hay (2000) verificaram que existe uma maior incidência desta síndrome no ombro do lado dominante de respiração do que do lado não dominante.

No intuito de se perceber melhor o mecanismo do complexo articular do ombro, faremos, de seguida, uma breve apresentação das diversas fases dos MS, no que respeita ao trajeto subaquático da técnica de crol, que é muito idêntico à técnica de mariposa, sendo estas duas técnicas de nado onde ocorrem mais problemas ao nível dos ombros (Johnson *et al.*, 2003; Maglischo, 2003):

Entrada, “Agarre” e Deslize: Esta fase corresponde ao momento entre a entrada da mão na água e o início da braçada propriamente dita (Seifert *et al.*, 2004), isto é, o início do ciclo da braçada deve ser realizado com a menor turbulência e resistência de onda possível, onde a mão é colocada na água e o primeiro contacto é feito com a ponta dos dedos. Nesta fase o ombro encontra-se em RI, os MS em ligeira flexão fazendo com que o cotovelo esteja num plano mais elevado que a mão. A entrada do MS na água deve ser feita num ponto situado entre a linha média do corpo e a linha de prolongamento do ombro, para assim evitar a ocorrência de lesões que, segundo vários autores (Johnson *et al.*, 2003; Yanai & Hay, 2000), como o MS se encontra em RI necessitando de realizar uma grande quantidade de força, um cruzamento do MS com a linha média do corpo, não só irá aumentar a superfície de contacto, como também poderá originar a síndrome de impacto. Considera-se “deslize” quando, logo após a entrada da mão na água, o MS realiza uma extensão do cotovelo e, ao mesmo tempo, o ombro do mesmo lado avança, projetando a mão para a frente. Esta fase deve continuar até que a fase propulsiva do braço contrário termine.

Fase propulsiva: Esta fase corresponde ao momento em que a mão começa a descer do deslize até que sai da água (Seifert *et al.*, 2004), ou seja, é a fase onde é realizada grande força propulsiva por parte dos músculos envolvidos, pois o braço encontra-se em adução e em RI e o cotovelo em ligeira flexão, o chamado “cotovelo alto”, e onde a mão está com uma maior superfície de contacto possível (Blanch, 2004).

Segundo este autor, o termo “cotovelo alto” é utilizado no sentido de que a linha do cotovelo esteja acima da linha da mão para poder haver uma maior força propulsiva ao longo do trajeto subaquático do MS. De acordo ainda com Yanai & Hay (2000), da utilização do “cotovelo alto” advêm benefícios mecânicos, pois permite a realização de uma maior força propulsiva, muito embora esteja igualmente associado a grandes desvantagens, como por exemplo a ocorrência da síndrome de impacto devido à grande carga a que o ombro está sujeito.

Saída e Recuperação: Esta fase corresponde ao momento em que a mão passa pela coxa, sai da água e volta a entrar na água (Seifert *et al.*, 2004). É a fase onde há mais ocorrência de lesões, pois o ombro realiza movimentos de abdução e RE ao mesmo tempo que o braço é projetado para a frente para iniciar um novo ciclo (Yanai & Hay, 2000). Nesta fase é importante que a mão passe perto da linha média do corpo, fazendo com que o cotovelo esteja fletido e numa posição mais elevada.

Com base em tudo o que foi descrito anteriormente, podemos dizer que a realização das diferentes técnicas de nado na NPD podem levar a desequilíbrios musculares originando instabilidades no complexo articular do ombro, mas também podemos afirmar que estes desequilíbrios e instabilidades podem ser contrariados pelos nadadores através de alterações de técnica e cuidados extra, como por exemplo: utilizando o treino compensatório e o treino de flexibilidade por forma a reduzir a síndrome de impacto (O’Donnell *et al.*, 2005).

Para finalizar este capítulo, com base em análises biomecânicas respeitantes às diferentes técnicas de nado, podemos constatar que os grupos musculares dos RI são mais fortes que os grupos musculares dos RE, pois os RI estão em constantes contrações concêntricas nas fases propulsivas, por isso e por forma a combater esse dado, sugere-se a recomendação de um trabalho de fortalecimento muscular geral (Busso, 2004; Ramsi *et al.*, 2004).

2. Análise dos desequilíbrios musculares dos rotadores dos ombros na Natação Pura Desportiva

Na NPD os movimentos cíclicos e repetitivos dos membros superiores são realizados em posições acima da cabeça e proporcionam severa instabilidade na articulação do ombro (Busso, 2004).

Os desequilíbrios/instabilidades musculares são caracterizados por um déficit na relação dos grupos musculares agonista/antagonista que constituem a articulação do ombro, assim sendo, o termo equilíbrio refere-se à relação entre a capacidade de produção de força dos grupos musculares agonista/antagonista (Malliou *et al.*, 2004).

Estes desequilíbrios são avaliados através da análise da força isocinética dos rácios musculares dos RE e RI (Cingel *et al.*, 2007). De acordo com vários autores (Ramsi *et al.*, 2004; Reinold *et al.*, 2004), é importante haver um equilíbrio no rácio RE/RI, pois este conjunto de músculos está responsável por um bom funcionamento da articulação glenoumeral, bem como na estabilidade e mobilidade da articulação do ombro, principalmente em atletas que realizem muitos movimentos acima da cabeça, como é o caso da NPD. Estes músculos providenciam proteção à articulação do ombro, e é sabido que, em nadadores, os músculos dos RI são mais fortes que os músculos dos RE, pois os RI estão sujeitos a repetitivas contrações concêntricas durante a fase propulsiva do nado.

Segundo Ramsi *et al.* (2004), os jovens nadadores apresentam valores relativos de rácios RE/RI na ordem dos 66%, ou seja, uma relação de 3:2 do mesmo ombro que, quanto maior for a distância deste valor, maior será o desequilíbrio entre os dois grupos musculares e, conseqüentemente, maior será a probabilidade de ocorrência de lesões no ombro (Warner *et al.*, 1990). Ellenbecker & Davies (2000) também corroboram estes valores de rácios RE/RI.

3. Avaliação da força isocinética da articulação do ombro

Na natação, o desempenho é influenciado pela capacidade de gerar força propulsiva e minimizar a resistência ao avanço na água (Schneider & Meyer, 2005).

Esta força muscular é muito importante na prestação desportiva e provém da musculatura do complexo articular do ombro (Magalhães *et al.*, 2001; Mendonça *et al.*, 2010), por isso é utilizada, cada vez mais, a avaliação isocinética que ajuda na avaliação como método para determinar o padrão funcional da força e do equilíbrio muscular (Paixão *et al.*, 2004), e ajuda na prevenção de lesões do complexo articular do ombro.

Assim, a avaliação isocinética, de acordo com Brown (2000), significa realizar um movimento a uma velocidade angular constante e controlada em que, durante todo o movimento, a velocidade e força realizada são sempre uniformes e que, segundo Enoka (2008), quando um indivíduo realiza um esforço muscular, o aparelho adapta-se a essa resistência, de forma a manter a velocidade angular constante.

Por último, este aparelho isocinético permite a avaliação da força nos rotadores dos ombros, afim de detetar algum desequilíbrio muscular, bem como a reabilitação de uma lesão, isolando o movimento que esteve na origem dessa lesão, pois a velocidade é controlada.

3.1. Análise e interpretação dos dados isocinéticos

Os testes isocinéticos dão acesso a uma larga variedade de dados quantitativos que nos ajudam a avaliar a função muscular de um atleta. Os dados mais utilizados são o *Peak-Torque (PT)*, o Trabalho, e a Potência, mas existem outros que são igualmente importantes, dependendo do objetivo dos testes.

Quando se medem as forças exercidas sobre os sistemas articulares através do aparelho isocinético, leva-se em consideração o momento de força máxima ou *PT* desenvolvido pelos grupos musculares, que é quando uma força atua sobre um corpo e tende a produzir um movimento angular (Ihara *et al.*, 2000), ou seja, é o valor mais elevado de força muscular realizado numa determinada repetição na totalidade do movimento. O seu valor é expresso em Newton-metro (Nm). Segundo Amatuzzi *et al.* (2001), *PT* e a velocidade angular, ou movimento angular, são grandezas inversamente proporcionais, pois quando a velocidade angular realizada é baixa, os valores de *PT* são superiores.

O *Trabalho* é um indicador da capacidade que o músculo apresenta para produzir força durante uma amplitude articular prevista (Brown, 2000). Em termos mecânicos, é a energia realizada no esforço muscular durante o movimento, isto é, o trabalho é o resultado do produto de *PT* com o deslocamento angular, e é expresso em joule (J). A velocidade angular é inversamente proporcional ao trabalho, quanto menor a velocidade angular, maior é o trabalho (Amatuzzi *et al.*, 2001).

No que diz respeito à *Potência*, ela é o resultado do quociente do trabalho realizado com o tempo e a sua unidade é o watt (w). A velocidade angular é diretamente proporcional à potência, isto é, quanto maior é a velocidade angular, maior é a potência (Amatuzzi *et al.*, 2001). Representa a velocidade com que um determinado músculo, ou grupo muscular, consegue produzir força.

3.1.1. Rácios Unilaterais

Para caracterizar a relação entre grupos musculares, utilizam-se os rácios que são determinados pelo resultado do quociente entre valores de dois grupos musculares, neste caso específico, entre os músculos dos RI e dos RE do ombro (Ellenbecker & Davies, 2000), utilizando como referência os valores de *PT* pela seguinte fórmula:

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

É de referir que alguns autores (Cingel *et al.*, 2007; Ellenbecker & Davies, 2000; Ellenbecker & Roetert, 2003; Ramsi *et al.*, 2004) apontam para valores normativos de rácio dos RE/RI entre os 66% e os 75%, que indicam um equilíbrio muscular dos rotadores dos ombros, valores abaixo destes valores normativos são interpretados como indicadores de instabilidade e desequilíbrios musculares.

Na literatura existem dois tipos de rácios, o rácio convencional e o rácio funcional (Johnson, 2003).

Segundo Saccol *et al.* (2009), o rácio funcional é o resultado do quociente entre os valores da força excêntrica dos RE e os valores da força concêntrica dos RI. Este rácio é utilizado em situações em que os músculos agonistas e antagonistas realizam

movimentos muito rápidos como lançar ou rematar como no voleibol, polo aquático, ténis, etc).

Já na NPD, como não há movimentos balísticos, não há necessidade de utilizar o rácio funcional, mas sim utilizar o rácio convencional (Johnson *et al.*, 2003), que é o resultado do quociente entre os valores da força concêntrica dos RE e os valores da força concêntrica dos RI.

3.1.2. Índice de Fadiga

Índice de fadiga (IF), ou rácio de fadiga, é utilizado para determinar a resistência e fadiga muscular dos grupos musculares que estão a ser testados (Ellenbecker & Roetert, 1999) e corresponde ao resultado do quociente entre o valor do trabalho da segunda metade das repetições pelo valor da primeira metade das mesmas. Estes autores avaliaram tenistas juniores com um protocolo de 20 repetições a 300°/s, e chegaram à conclusão que os RI são significativamente mais resistentes que os RE (69.14% para MD a 71.13% para MND) pois apresentavam valores de rácios de fadiga inferiores, enquanto os RE apresentavam valores entre os 82.93% para MD e 93.90% para MND.

Beach *et al.* (1992) utilizou o IF através do cálculo percentual do quociente entre a média dos *PT* das últimas três repetições sobre a média dos *PT* das três primeiras repetições. Para esta investigação, estes autores investigaram nadadores de elite com um protocolo de 50 repetições a 240°/s. Encontraram rácios de fadiga para os RE na ordem dos 78% para o MD e 80% para o MND, e para os RI de 106% para o MD e 107% para o MND. Estes mesmos autores defendem que a avaliação dos IF dos ombros é necessária em nadadores de competição, pois esta modalidade requer um nível elevado de recrutamento dos rotadores dos ombros.

Uma outra forma de calcular o índice de fadiga é através da utilização dos valores do trabalho realizado no primeiro terço das repetições e no último terço (Wilk, 1991), com a seguinte fórmula:

$$[(W1 - W2) / W1] \times 100$$

onde W1 corresponde ao trabalho realizado no primeiro terço das repetições, e o W2 corresponde ao trabalho realizado no último terço das repetições.

Para finalizar, com uma breve análise do que foi referido anteriormente, não existe uma fórmula única para o cálculo do IF, mas um ponto que é comum na literatura, independentemente de como foi calculado o IF, foi o facto de os RI apresentarem valores superiores de resistência que os RE.

3.1.3. Comparações Bilaterais

Na literatura é demonstrado que quando se pretende avaliar aspetos isocinéticos como a força, trabalho, potência e resistência, utiliza-se muito a forma de comparação entre os dois membros, o Membro Dominante (MD) e o Membro Não Dominante (MND).

No que diz respeito a valores normativos, Ellenbecker & Davies (2000) relatam que uma diferença entre 10% e 15%, em comparações bilaterais dos MS, é considerada uma assimetria significativa. Estes mesmos autores e Magalhães *et al.*, (2001) defendem que a interpretação destes valores deve ser feita com algum cuidado, pois são muitos os fatores que contribuem para estas diferenças bilaterais, entre eles estão o tipo de atividade praticada pelo avaliado e as exigências específicas da mesma. Deste modo, o padrão motor de uma determinada modalidade desportiva poderá influenciar o perfil funcional dos atletas.

No estudo de Ramsi *et al.* (2004), os autores avaliaram nadadores ao longo de uma época desportiva e concluíram que não houve diferenças significativas entre os valores de força dos RI e dos RE e dos rácios RE/RI, entre MD e MND. Já Gozlan *et al.* (2006) concluíram que os nadadores masculinos apresentavam valores de *PT* e de rácios RE/RI, avaliados a 60°/s, superiores e com diferenças significativas nos MD em comparação com os MND. Na investigação Batalha *et al.* (2012) com jovens nadadores, verificou-se diferenças significativas entre o MD e o MND entre grupos.

Riemann *et al.* (2011) utilizaram nadadores da Associação Nacional de Atletas Intercolegiais, de escolas secundárias, masters e de equipas de natação dos Estados Unidos, e avaliaram os seus níveis de flexibilidade dos rotadores dos ombros. Chegaram

à conclusão que para os RE, é esperada uma maior flexibilidade para o MD em nadadores de escola secundária e colégios, de ambos os sexos, em jovens nadadores do sexo feminino e em masters do sexo masculino. Para os RI é esperada uma maior flexibilidade no MND. Uma das justificações que estes autores encontraram para defender estas diferenças, foi um possível uso do MD em atividades do dia-a-dia e em outras atividades de recreação.

Assim, poderemos concluir que ainda são bastante contraditórios os dados relativos às comparações bilaterais na natação e, desta forma, é necessário haver mais investigação nesta área específica.

3.1.4. A utilização de valores normativos

Dados ou valores normativos são valores de referência para resultados de determinados testes. A utilização destes valores referentes a testes isocinéticos poderá ajudar, quer avaliados, quer avaliadores, na análise e interpretação dos resultados obtidos nos testes.

De acordo com Ellenbecker & Davies (2000), estes valores podem ser utilizados, nas com algum cuidado, pois é necessário ter em conta a especificidade da população avaliada, bem como os instrumentos e protocolos utilizados na mesma população, porque vão influenciar os valores obtidos nos testes.

3.2. Relação entre testes isocinéticos e performance funcional em atividades que envolvam os membros superiores

Os testes isocinéticos têm vindo a ser utilizados em muitas investigações e têm sofrido um crescimento nos últimos 10 anos, tanto para quantificar valores de força e potência, como para servir de um método auxiliar na reabilitação de lesões, desportivas ou não (Amatuzzi *et al.*, 2001).

Existem alguns estudos onde relacionam os testes isocinéticos com o arremesso, em atletas de baseball e de ténis (Bartlett *et al.*, 1989; Treiber *et al.*, 1998), mas na natação apenas se tem conhecimento de uma investigação, a de Reilly *et al.* (1990).

Pedegana *et al.* (1982) avaliaram jogadores de baseball profissional e encontraram uma correlação significativa entre testes isocinéticos de extensão do cotovelo, flexão do pulso e extensão, flexão e rotação externa do ombro com a velocidade de lançamento da bola. Treiber *et al.* (1998) realizaram um estudo com jogadores de ténis que, apesar de não terem encontrado correlação entre valores de força isocinética com performance, chegaram à conclusão que um breve programa de treino de força com bandas elásticas e alteres aumenta significativamente os valores de força dos rotadores.

No que diz respeito à natação, Reilly *et al.* (1990) tentaram relacionar a força isocinética com a velocidade de nado no estilo de crol, e chegaram à conclusão que os MS têm uma maior importância que os membros inferiores (MI) no nado de crol. Contudo, não encontraram relação entre a força isocinética e as diferentes variáveis de performance funcional.

De acordo com tudo o que foi relatado anteriormente, podemos afirmar que ainda existe necessidade de mais investigações nesta área, nomeadamente com nadadores.

3.3. Dinamómetros utilizados em avaliações isocinéticas da articulação do ombro

Na literatura existem vários modelos de dinamómetros isocinéticos utilizados nas avaliações da articulação do ombro, mas nem todos obtêm os mesmos resultados, pois cada um deles tem as suas características (velocidades, limites e modos diferentes).

Com base na leitura realizada pela literatura, podemos afirmar que o instrumento isocinético mais utilizado foi o Cybex com vários modelos (Ellenbecker & Roetert, 1999; Ellenbecker & Davies, 2000; Reilly *et al.*, 1990; Ihara *et al.*, 2000; Malliou *et al.*, 2004; Beach *et al.*, 1992; Gozlan *et al.*, 2006; Cingel *et al.*, 2007; Schneider & Meyer, 2005). O Biodex também foi um dos instrumentos utilizados com maior regularidade (Batalha *et al.*, 2012; Linde & Turmo, 2011; Pezarat-Correia, 2010).

De acordo com a literatura, as avaliações com o Biodex System 3 tem uma elevada fiabilidade: Edouard *et al.* (2013) encontrou uma alta fiabilidade para a força dos RE e dos RI em contração concêntrica e excêntrica na posição de sentado no dinamómetro Biodex®. Mandalidis *et al.* (2001) também encontrou índices de fiabilidade sugerindo que a avaliação isocinética dos rotadores do ombro no plano da escápula poderia ser utilizada em procedimentos de avaliação clínica. Drouin *et al.* (2004) referiram que o dinamómetro isocinético Biodex System 3 fornecia medidas de confiança de torque, posição e velocidade em testes repetidos no mesmo dia ou em dias diferentes. Medidas de velocidade concêntrica foram validadas até aproximadamente 300°/s.

3.4. Posição anatómica utilizada na avaliação isocinética da articulação do ombro

Como foi referido anteriormente, existem vários fatores que condicionam os resultados nos aparelhos isocinéticos, um deles é a posição do corpo do avaliado (Ellenbecker & Davies, 2000).

Segundo Perrin *et al.* (1992), a posição de avaliação dos rotadores dos ombros pode ser realizada numa posição neutra, em que o braço se encontra em adução, até 90° de abdução. Para além da posição do braço, há que ter em conta a posição do corpo do avaliado. De acordo com Scoville *et al.* (1997), a posição do corpo mais utilizada é a posição sentado.

De acordo com Ellenbecker & Davies (2000), os avaliadores utilizam muito a posição neutra, que não coloca as estruturas articulares em conflito, e é uma posição confortável para indivíduos com problemas ao nível dos ombros.

No que diz respeito à NPD, segundo Batalha *et al.* (2012), se tivermos em consideração a posição do corpo do nadador nas técnicas de nado, o ideal seria realizar os testes numa posição de decúbito ventral, perto dos 90° em abdução do braço e flexão do antebraço. Mas como o instrumento que temos à nossa disposição não permite realizar tal posição (Biodex System 3 – Biodex Corp., Shirley, USA), os nadadores

terão que ser avaliados numa posição previamente recomendada, nomeadamente a posição sentado com o ombro em 90° de abdução e com o antebraço em 90° de flexão.

3.5. Velocidade angular e número de repetições utilizadas na avaliação da força isocinética da articulação do ombro

Quando realizamos avaliações isocinéticas temos que ter em conta a posição do corpo do avaliado, como foi referido anteriormente, mas também temos que ter em atenção a velocidade angular e o número de repetições a que o avaliado vai ser sujeito durante o teste.

Drouin *et al.* (2004) estudou a validade das diferentes velocidades angulares do Biodex, e chegou à conclusão que, embora o dinamómetro possa ter velocidades de 30°/s até 500°/s, apenas as velocidades compreendidas entre os 30°/s e os 300°/s são as mais fiáveis.

Quando se pretende estudar o *PT* e o trabalho, normalmente utilizam-se velocidades angulares lentas, que são representadas por 60°/s, quando se pretende estudar a potência e o IF, normalmente utilizam-se velocidades angulares rápidas, que são representadas por 180°/s (Beach *et al.*, 1992; Gozlan *et al.*, 2006).

As velocidades angulares encontradas na literatura que são utilizadas com maior frequência nos testes isocinéticos são de 60°/s e de 180°/s (Batalha *et al.*, 2012; Batalha *et al.*, 2013; Beach *et al.*, 1992; Cingel *et al.*, 2007; Gozlan *et al.*, 2006; Malliou *et al.*, 2004; Swanik *et al.*, 2002).

Quanto ao número de repetições efetuadas nos testes isocinéticos, pode-se utilizar de 3 a 5 repetições para velocidades angulares lentas, e de 20 a 30 repetições para velocidades angulares rápidas (Amatuzzi *et al.*, 2001)

3.5.1. Correção ao efeito da gravidade

Quando se utiliza o aparelho isocinético, deve ser realizada uma calibração de todo o aparelho, para que os resultados obtidos nos testes sejam os mais reais possíveis.

Caso esta calibração não seja realizada, isto é, não haja uma correção ao efeito da gravidade, em avaliações que contemplem movimentos no plano vertical e descendentes, os valores obtidos nos testes são o resultado da soma da força muscular com a força da gravidade (Edouard, Calmels & Degache, 2009).

No estudo de Perrin *et al.* (1992) a maior conclusão a que chegaram foi que a correção da gravidade teve um efeito significativo nos valores dos RI e dos RE, pois aumentou todos os valores dos RE e diminuiu todos os valores dos RI, ou seja, se a correção da gravidade não for realizada através da massa do membro avaliado, os valores dos RI são superiores à realidade enquanto os valores dos RE são inferiores à realidade.

4. Treino de força compensatório dos músculos rotadores dos ombros na Natação Pura Desportiva

Na NPD existe um elevado recrutamento dos grupos musculares dos rotadores dos ombros, verificando-se maior nos RI do que nos RE (Blanch, 2004). Isto verifica-se em três técnicas das quatro existentes na NPD (crol, costas e mariposa), onde a fase propulsiva é realizada pelos MS, e o primeiro movimento é a RI (Kluemper & Hazelrigg, 2006).

Esta discrepância de recrutamento leva a que haja um desequilíbrio muscular, como já foi referido anteriormente, podendo originar lesões na articulação glenoumeral (Blanch, 2004; Byram *et al.*, 2010; Ramsi *et al.*, 2004). Assim podemos afirmar que é importante um trabalho de reforço muscular preventivo, e que deve ser realizado por todos os nadadores de competição desde que iniciam a sua carreira de nadadores, bem como todos os atletas de outras modalidades em que a articulação do ombro seja muito importante para o desempenho desportivo.

De acordo com Busso (2004), o complexo articular do ombro é uma região anatómica com pouco suporte ósseo, logo, apresenta uma estrutura pouco estável e com grande mobilidade e realiza movimentos de flexão, extensão, adução, abdução, rotações médias e laterais. Assim, existe uma necessidade de recorrer a mecanismos

estabilizadores desta articulação, tais como os tendões, ligamentos, cápsulas articulares e os músculos da coifa dos rotadores (Johnson *et al.*, 2003).

Segundo Batalha *et al.* (2013) o treino exclusivamente aquático provoca, efetivamente, desequilíbrios musculares entre os RI e os RE, assim, com base no que foi referido nos parágrafos anteriores, poderemos concluir que é importante, não só um programa de treino no reforço muscular dos RE, como também em todos os outros grupos musculares que constituem e dão suporte ao complexo articular do ombro.

Vários autores afirmam que, para além do referido treino de força compensatório, os atletas deveriam completar os seus treinos com outros tipos de treinos preventivos, como é o caso do treino de flexibilidade, trabalho proprioceptivo, treino dos músculos do “core” e a melhoria das técnicas de nado (Blanch, 2004; Busso, 2004; Johnson *et al.*, 2003; O’Donnell *et al.*, 2005).

Para Blanch (2004) e Swanik *et al.* (2002), o treino de força funcional é caracterizado por ser um treino de força com gestos específicos da modalidade em questão, com a presença de resistências e que, para além de desenvolver a força muscular, aumenta também a capacidade para estabilizar o complexo articular do ombro e melhora os aspetos neuromusculares, tais como a coordenação intramuscular e intermuscular. Assim, este tipo de programa de força funcional melhora a força e controlo neuromuscular, diminuindo a probabilidade de aparecimento de lesões nos ombros.

Beneka *et al.* (2002) realizaram um estudo com estudantes universitários de Educação Física, onde compararam diferentes tipos de treino de força para os músculos da coifa dos rotadores. O objetivo principal deste estudo seria determinar qual dos tipos de treino, isocinético ou *multi-joint dynamic resistance training program*, seria mais efetivo no aumento do torque dos RI e dos RE dos ombros. Os estudantes foram avaliados duas vezes, uma avaliação antes e outra após 6 semanas de intervenção. Esta investigação contemplava dois grupos, um grupo de controlo que não realizou treino de força, e um grupo experimental, que realizou exclusivamente treino isocinético nos rotadores com diferentes velocidades e o restante treino com pesos livres e com o peso do corpo (elevações na barra, supino, flexões de braços e elevações invertidas). Estes autores chegaram à conclusão que em ambos os grupos existiram melhorias significativas na capacidade de produção de força, quer nos músculos dos RI quer nos

músculos dos RE, e quer no ombro dominante quer no não dominante. Concluíram também que os ganhos provenientes do treino isocinético foram superiores, concluindo assim que ambos os treinos podem ser efetivos no aumento da força muscular dos rotadores dos ombros e podem fazer parte quer de um programa de reabilitação, quer de um programa de prevenção.

Malliou et al. (2004) utilizou três grupos de estudantes de Educação Física, cada um com um treino diferente, 3 vezes por semana, durante 6 semanas, e ainda um último grupo que era de controlo e não realizou qualquer tipo de treino. O objetivo principal desta investigação foi determinar qual o treino mais efetivo para alterar os rácios nos músculos dos rotadores, e tentar analisar os seus efeitos ao nível do equilíbrio muscular dos rotadores. Os três treinos utilizados foram o isocinético, o *multi-joint dynamic resistance training program*, e um treino de rotadores que recorre a pesos livres de 2 quilogramas. As avaliações foram realizadas antes e após as 6 semanas de aplicação dos treinos e a velocidades de 60°/s, 120°/s e 180°/s. Os autores chegaram à conclusão que todos os treinos de força estudados tiveram efeitos positivos nas alterações dos rácios dos rotadores dos ombros, sendo o treino isocinético com valores superiores. Os autores também referiram que, para no caso de este treino não ser possível realizar, qualquer um dos outros dois treinos é válido e uma alternativa prática para diminuir os desequilíbrios musculares.

Swanik et al. (2002) investigaram os efeitos do treino de força funcional nos níveis de força e incidência de dor nos ombros dos nadadores. 26 nadadores foram submetidos a um protocolo de treino funcional, 3 treinos por semana, durante 6 semanas, e o protocolo incluía exercícios com bandas elásticas (rotação interna e rotação externa; abdução e flexão horizontal; adução e extensão horizontal), exercícios com pesos livres em decúbito ventral (rotações externas com 90° e 120° de abdução), e flexões de braços. Estes autores concluíram que estes exercícios diminuíam a incidência de dores nos ombros e que também aumenta a força dos RI e dos RE, embora nem sempre com resultados estatisticamente significativos, principalmente nos RE. Segundo os resultados obtidos, os autores aconselharam que deveria ser feita uma redução no trabalho dos RI e um aumento no trabalho dos RE e abdutores do braço na prescrição do treino fora de água.

Kluemper & Hazelrigg (2006) realizaram uma investigação diferente, onde o objetivo principal da mesma era verificar se um programa de prevenção com treino de força e flexibilidade tinham efeito na postura dos ombros, e não propriamente analisar a força e equilíbrio muscular dos rotadores dos ombros. Estes autores partiram do pressuposto que os desequilíbrios musculares dos músculos anteriores dos ombros poderiam, de certa forma, “colocar” os ombros dos nadadores mais para a frente do que o normal, alterando assim a postura (*protracted posture*), e que pode estar associada a lesões. O programa de exercícios teve uma duração de 6 semanas, com a frequência de 3 treinos por semana, e consistia num treino de força com resistência progressiva com utilização de bandas elásticas Thera-Band® (Hygenics, Akron, Ohio), e em exercícios de flexibilidade, principalmente para os músculos peitorais. Estes autores chegaram à conclusão que este programa de treino teve efeitos na alteração da postura dos nadadores.

No que diz respeito à prevenção de lesões em geral, e particularmente nos músculos dos rotadores dos ombros, e para diminuir os desequilíbrios musculares, Busso (2004) realizou um estudo cujo objetivo era propor meios de prevenção para a lesão do síndrome do impacto, através de 12 exercícios para resistência de força localizada, flexibilidade e propriocepção, para jovens nadadores com idades superiores a 13 anos, quer de competição, quer de recreação. As conclusões deste estudo foram que a combinação da resistência de força com a flexibilidade e a propriocepção contribuíram significativamente para melhorias no condicionamento físico do nadador como sendo um trabalho de suporte ao treino aquático. Concluíram também que é necessário reduzir os movimentos excessivos de flexão, abdução, rotações externas e internas durante as fases de recuperação e propulsão durante os estilos de crol, costas e mariposa.

Muita investigação tem sido feita ao longo dos anos com o objetivo de verificar os efeitos de diversos tipos de treinos de força nos músculos rotadores dos ombros (Malliou *et al.*, 2004; Swanik *et al.*, 2002), mas existe uma grande lacuna no que diz respeito a estudos efetuados com amostras de jovens nadadores e em programas de treino de reforço muscular mais específicos para a modalidade de NPD, ou seja, as investigações realizadas vão de encontro à ideia que O'Donnell *et al.* (2005) defenderam, que os diversos treinos deveriam ser integrados num programa de treino em seco, mas nenhum defende os treinos realizados dentro de água.

Batalha et al. (2013) investigaram jovens nadadores, para verificar se o treino aquático, durante uma época competitiva, tinha efeitos sobre os valores de força dos rotadores dos ombros, e esta amostra não realizou qualquer treino em seco. Para tal utilizaram dois protocolos, um com uma velocidade angular de 60°/s e outro a 180°/s. Estes autores verificaram que para as duas velocidades angulares houve diferenças significativas na força dos RI e nos rácios RE/RI em ambos os ombros. No que diz respeito aos índices de fadiga, intra grupo, os resultados foram semelhantes nos RE e nos RI, não havendo diferenças significativas entre momentos. No entanto, houve diferenças entre grupos, principalmente nos RI. Assim sendo, os resultados obtidos por estes autores sugerem que uma época competitiva influencia no aumento dos desequilíbrios musculares dos rotadores dos ombros em jovens nadadores, principalmente devido ao aumento dos níveis de força dos RI, que são muito superiores aos seus antagonistas.

Pelo que foi exposto, poderemos afirmar que não foi realizado, até à data, qualquer investigação com um desenho experimental que abranja um programa de treino compensatório mais específico da natação realizado no meio aquático.

5. Avaliação da flexibilidade nos rotadores dos ombros

É sabido que o *stress* que o ombro sofre durante a carreira do nadador pode contribuir para microtraumas e/ou lesões de sobre utilização (Bak, 1996).

Com a finalidade de prevenir e reduzir estas lesões, e para além de todas as medidas que foram referidas anteriormente, é importante também reconhecer as amplitudes de movimentos (AM) dos MS dos nadadores. Segundo Riemann *et al.* (2011), como a braçada na natação é um movimento voluntário, bem como a amplitude de movimento utilizada, a medição desta amplitude realizada de forma ativa parece ser a mais apropriada.

De acordo com Beach *et al.* (1992) existe uma discrepância na literatura no que diz respeito à flexibilidade e o seu papel nas lesões dos ombros, isto é, McMaster (1986) defende que a hiperflexibilidade pode causar problemas ao nível dos ombros, e há outros autores (Falkel *et al.*, 1987; Greipp, 1985; Johnson, 1987; Richardson *et al.*,

1980) que defendem que a falta de flexibilidade pode contribuir para o aparecimento das lesões nos ombros. Beach *et al.* (1992) obtiveram uns resultados para a flexibilidade dos rotadores externos (RE) superiores à média em 10° a 11° (Greipp, 1985; Johnson, 1987; McMaster, 1986) (braço esquerdo – 100° ± 10°; braço direito – 101° ± 11°), mas os valores para os rotadores internos (RI) foram limitados (braço esquerdo – 49° ± 14°; braço direito – 45° ± 12°). Uma das conclusões a que Beach *et al.* (1992) chegaram foi que, para a amostra do estudo que realizaram, existe uma correlação não significativa extremamente baixa entre a flexibilidade e a dor no ombro, ou seja, a ideia existente de que a mobilidade do ombro pode provocar dor no mesmo pode não ser importante.

Busso (2004) defende que o trabalho de flexibilidade nos nadadores pode ajudar a melhorar na AM, no relaxamento muscular e no aumento e manutenção da elasticidade músculo-tendinosa, pois a exigência física neste desporto causa algumas adaptações músculo-tendinosas benéficas (aumento da força) e malignas (encurtamento e diminuição da amplitude normal de movimento) e que são prejudiciais na realização de movimentos repetidos acima da cabeça.

Com o que foi exposto anteriormente sobre este tema, o que também se pretende com esta investigação é verificar se os diferentes programas de treino de força propostos influenciam a flexibilidade ou não, bem como fornecer dados normativos sobre a flexibilidade nos ombros dos jovens nadadores.

6. Avaliação da prensa manual (hand-grip)

Muitas atividades diárias e desportivas requerem níveis elevados de recrutamento de músculos flexores dos antebraços e mãos, tais como ténis, basquetebol, basebol, ou até mesmo carregar compras diárias, logo, a força de preensão é muito importante, mas muitas vezes é subestimada (Ivanović & Dopsaj, 2012).

Esta força de preensão está relacionada com outros grupos musculares e representa um indicador para uma válida avaliação da força dos MS (Ivanović & Dopsaj, 2012). Além disso é entendida como um indicador geral de força e potência musculares (Ikemoto *et al.*, 2007).

Normalmente, a avaliação da força de preensão manual (FPM) é utilizada como parâmetro na prática clínica, desempenhando um papel importante no controlo de processos de reabilitação, na avaliação e tratamento de desordens músculo-esqueléticas da mão (Sande *et al.*, 2001; Tredgett & Davies, 2000). Também é utilizada na área desportiva e na reabilitação ocupacional (Bertuzzi *et al.*, 2005; Sande *et al.*, 2001).

Na área da natação, encontramos um estudo dos autores Garrido *et al.* (2012) que investigaram a relação entre a força isométrica do hand-grip com o desempenho do nado, utilizando para a mesma, 78 atletas portugueses de nível nacional (39 homens e 39 mulheres). Estes autores concluíram que a força isométrica máxima do hand-grip teve uma correlação significativa com o desempenho do nado, em especial nas mulheres.

6.1. Instrumento e posições utilizadas na avaliação do hand-grip

A avaliação da força de prensa manual (ou hand-grip) é muito usual na fisioterapia e no desporto, e pode ser medida quantitativamente usando um dinamómetro de mão (Roberts *et al.*, 2011).

Existem vários dinamómetros de mão, mas o mais utilizado, de acordo com a pesquisa realizada (Ache Dias *et al.*, 2010; Figueiredo *et al.*, 2007; Roberts *et al.*, 2011), é o dinamómetro Jamar (Lafayette Instrument, NY, USA).

De acordo com vários autores (Ache Dias *et al.*, 2010; Figueiredo *et al.*, 2007), o Jamar é recomendado pela *American Society of Hand Therapists* (ASHT) por ser um instrumento válido, fiável e de fácil aplicação, mas o protocolo utilizado com este instrumento tem que ser cuidadosamente seguido, pois existem vários fatores que podem influenciar os resultados, tais como a dominância do membro, género, idade, peso, altura, altura da avaliação, posição anatómica, entre outros.

Este instrumento é muitas vezes utilizado para quantificar ganhos resultantes de protocolos de intervenção (Figueiredo *et al.*, 2007). Possui duas alças paralelas, sendo uma fixa e outra móvel que pode ajustar até 5 posições diferentes, proporcionando um ajuste ao tamanho da mão do sujeito, e mede a quantidade de força máxima ($F_{m\acute{a}x}$), num intervalo de 3 a 10 segundo, produzida por uma contração isométrica aplicada

sobre as alças e é registada em quilogramas (Kg) ou libras (lb) (Ache Dias *et al.*, 2010; Figueiredo *et al.*, 2007; Massy-Westropp *et al.*, 2011).

Kuzala & Vargo (1991) estudaram várias posições do cotovelo na avaliação da força de preensão, nomeadamente a 0°, 45°, 90° e 135°. A cada posição foram tirados 3 valores do dinamómetro. Para cada posição obterão os seguintes resultados: para o cotovelo a 0° - 82.230 ± 22.331 , para o cotovelo a 45° - 80.996 ± 22.640 , para o cotovelo a 90° - 78.207 ± 20.196 , e para o cotovelo a 135° - 77.539 ± 20.414 . Com estes resultados, os autores chegaram à conclusão que o cotovelo totalmente em extensão (a 0° de flexão) é a posição que tem valores mais altos de força e, quanto maior for o ângulo de flexão do cotovelo, menor são esses valores.

Su *et al.* (1994) estudaram a força de preensão com o ombro em várias posições (0°, 90° e 180°) e o cotovelo em completa extensão, e uma outra posição em que o ombro estava a 0° de flexão e o cotovelo a 90° de flexão, e concluíram que a média mais alta de força foi com o ombro a 180° de flexão e o cotovelo em extensão, enquanto a média mais baixa foi a do ombro a 0° de flexão e o cotovelo a 90° de flexão.

Balogun *et al.* (1991) descobriram que a força de prensa da mão na posição sentada e com o cotovelo a 90° de flexão tem um valor mais baixo quando esta força é medida com o indivíduo na posição de pé e com o cotovelo em extensão.

Já Mathiowetz *et al.* (1986) encontraram que a força de preensão palmar é mais elevada com o cotovelo a 90° de flexão quando comparado com a extensão total do cotovelo.

Um outro estudo (Richards *et al.*, 1995) foi feito para verificar a influência do antebraço na força de preensão da mão. Estes autores estudaram 3 posições diferentes (neutra, supinação e pronação) do antebraço na força de prensa palmar, e concluíram que esta força tem valores mais elevados quando o antebraço se encontra em supinação do que em pronação, e que a posição neutra era similar à posição de supinação.

Com o que foi exposto, podemos verificar que não há um consenso em como se deve colocar os MS do indivíduo nesta avaliação. Assim a ASHT sentiu necessidade de estabelecer um padrão para a posição anatómica dos avaliados (Figueiredo *et al.*, 2007).

Tendo em conta tudo o foi referido, pretendemos com esta investigação, estabelecer mais dados normativos sobre o tema e verificar se o programa de treino proposto tem influência nos MS, através da análise de alterações na força de preensão manual (FPM).

CAPÍTULO III – METODOLOGIA

1. Amostra

2. Procedimentos

2.1. Avaliação da força isocinética dos rotadores do ombro

2.2. Avaliação da flexibilidade

2.3. Avaliação do hand-grip

2.4. Programa de treino de força compensatório para rotadores dos ombros

2.4.1. Programa de treino de força compensatório tradicional

2.4.2. Programa de treino de força compensatório específico

2.5. Avaliação Maturacional

3. Tratamento Estatístico

CAPÍTULO III – METODOLOGIA

1. Amostra

Inicialmente a amostra era constituída apenas por um grupo (N=25) com características idênticas (género e idade).

Após a primeira avaliação, o grupo inicial foi dividido em dois, ambos experimentais: grupo experimental água (N=11) e grupo experimental terra (N=14). A referida amostra foi dividida através de um processo de amostragem não aleatório por conveniência, uma vez que os elementos foram selecionados tendo em consideração a localização geográfica da amostra.

Os parâmetros de caracterização da amostra após a primeira avaliação estão demonstrados no quadro 1.

Ao fim das 10 semanas de intervenção, apenas 21 concluíram o programa de treino proposto no início da investigação. O motivo dado pelos indivíduos que não concluíram o programa foi o abandono da modalidade.

Quadro 1 – Parâmetros de caracterização da amostra.

	G. Experimental Água (N=10) (\pm DP)	G. Experimental Terra (N=11) (\pm DP)	<i>p</i>
Idade (anos)	13.28 (\pm 0.96)	13.52 (\pm 0.92)	.571
Massa Corporal (Kg)	49.30 (\pm 7.90)	48.59 (\pm 6.51)	.824
Estatura (cm)	159.61 (\pm 5.62)	162.59 (\pm 9.46)	.397
Envergadura (cm)	159.75 (\pm 9.60)	164.50 (\pm 9.83)	.277
Nº treinos/Semana	5.70 (\pm 0.67)	6.09 (\pm 0.30)	.117
Estado Maturacional (%)	92.31 (\pm 3.83)	91.97 (\pm 2.47)	.812

Valores de *p* relativos à comparação entre grupos – *Test t* para amostras independentes
Estado maturacional – corresponde à percentagem da estatura matura adulta predita

Para poderem participar nesta investigação os atletas tiveram de cumprir os seguintes critérios de admissão:

- 1) Terem idades compreendidas entre os 11 e os 14 anos (escalão Infantil ou Juvenil) e que treinem, pelo menos, 5 a 6 vezes por semana.
- 2) Nunca terem realizado treino de força compensatório dos rotadores do ombro.
- 3) Não apresentarem qualquer lesão ou patologia ao nível dos ombros no último ano.

No conjunto total da amostra apenas 2 tinham, como braço dominante, o braço esquerdo, sendo 1 do grupo experimental água e 1 do grupo experimental terra. Foi perguntado à amostra se alguma vez tiveram episódios de dores ou lesões nos ombros ou nas mãos. Apenas 2 referiram que tiveram lesões nos ombros há mais de um ano.

O grupo experimental água realizou um programa de treino de força compensatório na água (específico), enquanto o outro grupo realizou um programa de treino de força compensatório em seco (tradicional), que serão referidos e explicados mais à frente neste trabalho.

2. Procedimentos

Todos os procedimentos necessários para esta investigação foram previamente aprovados pela Comissão de Ética da Área da Saúde e Bem Estar da Universidade de Évora (processo nº GD/33839).

A todos os participantes e respetivos encarregados de educação foram explicados os objetivos desta investigação. Após esta explicação os encarregados de educação assinaram um consentimento informado (Anexo 1) onde autorizavam a participação do seu educando nesta investigação.

2.1. Desenho do estudo

Para podermos atingir os objetivos desta investigação, tivemos que realizar dois momentos de avaliação da força dos rotadores dos ombros, um primeiro momento no início da época desportiva, e o segundo momento ao fim de 10 semanas. Estes dois

momentos foram escolhidos com cuidado, e em conjunto com os técnicos dos respectivos clubes, para que não coincidisse com provas do calendário regional nem do calendário nacional, e que não prejudicassem os treinos.

As avaliações seguiram o seguinte desenho experimental:

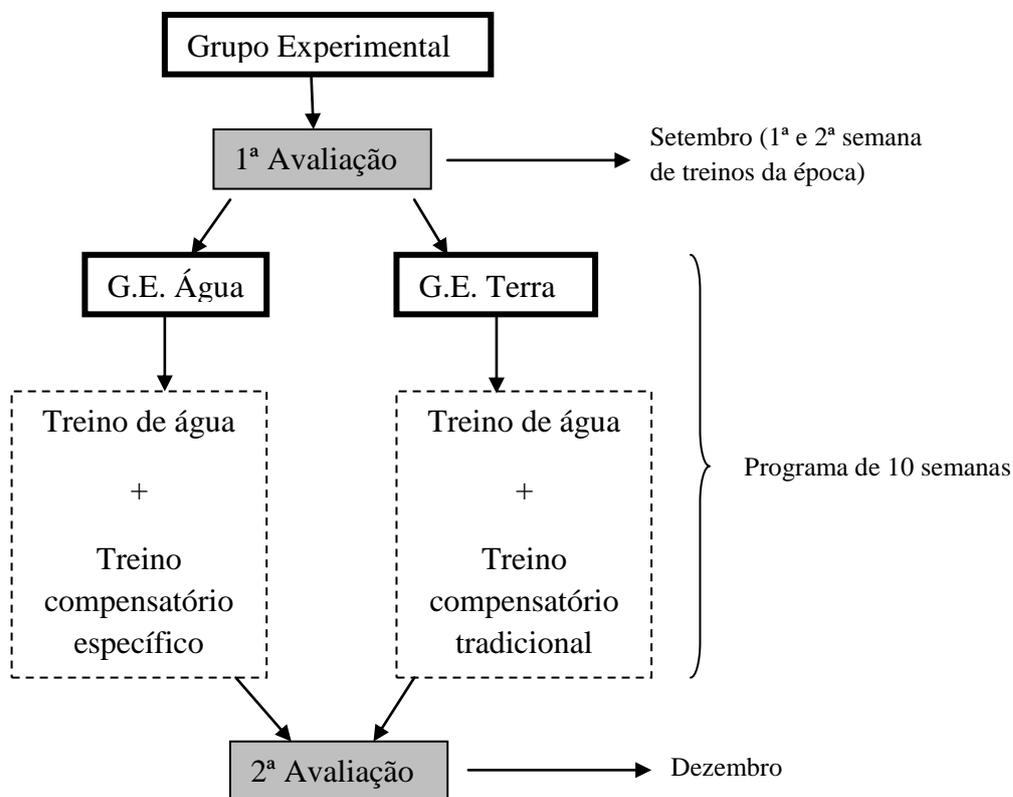


Figura 1 – Diagrama do desenho experimental.

2.2. Avaliação da força isocinética dos rotadores do ombro

Para avaliar a força isocinética dos rotadores do ombro foi utilizado um dinamómetro isocinético, o Biodex System 3 (Biodex Corp. Shirley, NY, USA).

De acordo com Drouin *et al.* (2004) e do que foi exposto na revisão de literatura, este instrumento é utilizado muitas vezes em investigações, por ser fiável e válido, e por fornecer dados de torque, posição e velocidade.

No que diz respeito à posição anatómica utilizada durante as avaliações isocinéticas, e como não há uma posição *standard*, optámos por uma posição utilizada em estudos anteriores e recomendada por vários autores (Ellenebecker & Davies, 2000;

Scoville *et al.*, 1997). Esta posição é descrita como uma posição de sentado com o braço a 90° de abdução e 90° de flexão do cotovelo (Figura 2). Tivemos ainda em consideração as recomendações presentes no manual do dinamómetro e também no facto desta posição ser uma posição que consegue avaliar a maior quantidade de força produzida pelos RI e RE e que se assemelha mais aos gestos realizados pelos atletas na NPD. Assim, os atletas foram colocados no dinamómetro na posição sentada e a colocação das articulações (ombro, cotovelo, mão) foram de acordo com as indicações presentes no manual do dinamómetro.



Figura 2 – Posição inicial da avaliação isocinética.

No que diz respeito à velocidade angular e às repetições utilizadas nas avaliações, seguimos dois distintos protocolos, tanto para o MD como para o MND:

1º Protocolo: 3 repetições a 60°/s (ações concêntricas). Foi dado incentivo, verbalmente, durante as 3 repetições.

2º Protocolo: 20 repetições a 180°/s (ações concêntricas). Foi dado incentivo, verbalmente, na 5ª, 10ª e nas últimas 5 repetições.

Utilizamos estes dois protocolos pois, segundo Batalha *et al.* (2012), a natação é um desporto em que a força resistência e a potência muscular são determinantes no nado.

Antes do início de cada avaliação os indivíduos realizaram um aquecimento de mobilização articular, com grande importância na articulação do ombro, durante 15 a 20 minutos. Após este aquecimento foram informados das tarefas que iam realizar e, antes de cada protocolo, para cada MS, os atletas realizavam 3 repetições, quer para servir

também de aquecimento, quer para servir de habituação ao teste. As avaliações consistiam na realização das 3 repetições a 60º/s, seguidas das 20 repetições a 180º/s, com 2 minutos de pausa entre cada protocolo. Nestes 2 minutos, os atletas podiam tirar o braço do “braço” do dinamómetro para descansarem. No fim dos dois protocolos, a cadeira do dinamómetro era posicionada de forma a que o outro MS fosse avaliado da mesma forma.

Em cada protocolo foi realizada a correção ao efeito da gravidade.

Após os testes foram utilizadas 3 variáveis de estudo:

Peak-torque que é o momento de força máxima durante a amplitude total do movimento em cada repetição e é expresso em Newton-metro (Nm) (Enoka, 2008).

Rácio RE/RI é o quociente entre os valores de *PT* da RE pela RI, ambos em ações concêntricas, é expresso em percentagem e caracteriza o equilíbrio muscular entre os RE e os RI (Cingel *et al.*, 2007).

Índice de Fadiga são valores expressos em percentagem e indicam que quanto maior for o índice, maior é o nível de fadiga. Este índice é calculado pela seguinte equação:

$$[(W1 - W2) / W1] \times 100$$

onde o W1 corresponde ao trabalho no 1º terço das repetições e o W2 corresponde ao trabalho no último terço das repetições (Biodex corporation, 1995).

Para além destas variáveis ainda verificámos as diferenças entre os momentos de avaliação de cada grupo (pós – pré) e os efeitos do treino que nos dá informações referentes às diferenças de variação entre os 2 grupos ($\Delta G.E.Água - \Delta G.E.Terra$).

2.3. Avaliação da flexibilidade

Para verificarmos se os programas de treino influenciam a flexibilidade e para ajudar a criar mais dados normativos, a amostra foi avaliada aos níveis de flexibilidade articular dos ombros, nomeadamente ao nível da rotação interna e externa.

Para esta avaliação apenas foi considerada a amplitude de movimento (AM) ativa porque é o movimento que mais se aproxima com a utilizada durante a braçada na natação. Nesta avaliação utilizou-se um goniómetro universal (Baseline® plastic 360° ISOM, WhitePlains, NY, USA) (Riemann *et al.*, 2011).

Tal como na avaliação isocinética, houve 2 momentos de avaliação, um 1º momento no início da época (Setembro), e um 2º momento ao fim de 10 semanas de programa (Dezembro). Durante estas 10 semanas, os atletas não realizaram qualquer exercício para a flexibilidade específica dos RI e dos RE. Esta avaliação foi realizada antes do treino e de qualquer exercício, não coincidindo com as avaliações de força.

Na avaliação o participante foi colocado numa posição de supino com os membros inferiores fletidos, para manter a coluna numa posição neutra, e com os membros superiores a 90° de flexão do cotovelo e a 90° de abdução da articulação glenoumeral (Riemann *et al.*, 2011). A posição inicial consistia em ter o braço em pronação e perpendicularmente à superfície de suporte onde o atleta se encontrava (Figura 3).



Figura 3 – Posição inicial da avaliação da flexibilidade.

O centro do goniómetro foi colocado no centro articular do cotovelo em flexão, o “braço” estacionário do goniómetro foi alinhado perpendicularmente à superfície de suporte, e o “braço” móvel do goniómetro foi alinhado lateralmente à ulna (Riemann *et al.*, 2011).

Foram avaliados dois movimentos da articulação glenoumeral:

- 1) Rotação Externa: para este movimento foi dada indicação para os avaliados movimentarem as costas das mãos em direção ao chão de forma a

conseguirem fazer o máximo de RE do ombro. Foi feita uma estabilização do braço, ou seja, o braço livre do examinador suportava o úmero para que os 90° do ombro/cotovelo se mantivessem durante o movimento. Não eram permitidas elevação ou retração da escápula.

- 2) **Rotação Interna:** para este movimento foi dada indicação aos avaliados para movimentarem as palmas das mãos em direção ao chão, até à máxima rotação interna sem que levantassem a escápula da base de apoio.

Todas as avaliações foram realizadas pelo mesmo avaliador. Após a amplitude articular máxima atingida pelos sujeitos, era retirado o valor da mesma. Foram retiradas 3 medidas e realizado a médias das mesmas, para cada movimento e para cada braço.

2.4. Avaliação do hand-grip

A avaliação da força de preensão da mão (FPM) é entendida como um indicador geral de força e potência musculares (Ache Dias *et al.*, 2010) e, como foi referido na revisão de literatura, é uma avaliação válida para medir a força dos MS.

Para chegarmos aos objetivos propostos, a amostra foi sujeita a uma avaliação da FPM. Para esta avaliação foi utilizado o dinamómetro mais utilizado pela literatura (Ache Dias *et al.*, 2010; Balung *et al.*, 1991; Figueiredo *et al.*, 2007; Ivanović & Dopsaj, 2012; Massy-Westropp *et al.*, 2011; Mathiowetz *et al.*, 1986; Richards *et al.*, 1995; Roberts *et al.*, 2011; Su *et al.*, 1994), o Jamar (Lafayette Instrument, NY, USA).

Foram realizados os mesmos dois momentos de avaliação descritos para as avaliações isocinéticas e para a flexibilidade, mas em dias diferentes. Os atletas de ambos os grupos experimentais não foram submetidos a qualquer programa de exercícios específicos para a FPM.

Para esta avaliação utilizou-se o protocolo recomendado pela ASHT, onde o sujeito se encontrava numa posição de sentado, ombro em adução, cotovelo a 90° de flexão, antebraço em posição neutra, e o punho podia variar de 0° a 30° de extensão (Figura 4). O dinamómetro, das 5 posições possíveis, encontrava-se na 2ª posição (Kuzala & Vargo, 1991).

Foram realizadas 3 medições em cada mão e retirado a média das 3 medições. Ao longo das medições foram administrados *feedbacks* verbais aos avaliados, como “força, força”, ou “aperta mais”, pois acredita-se que estes incentivos afetam a performance nos testes (Mathiowetz *et al.*, 1986), durante 4 a 5 segundos. Para controlar os possíveis efeitos da fadiga, houve uma pausa de aproximadamente 2 minutos entre cada medição de cada mão (Richards *et al.*, 1995). O resultado de cada medição foi apontado em quilogramas (Kg).



Figura 4 – Posição padrão para avaliação da FPM.

2.5. Programa de treino de força compensatório para rotadores dos ombros

2.5.1. Programa de treino de força compensatório tradicional

Tal como é demonstrado na Figura 1, o grupo experimental terra, a juntar ao treino aquático habitual, realizou um programa de treino de força compensatório tradicional, ou seja, em seco, durante 10 semanas, com o objetivo de reforçar os grupos musculares de articulação do ombro, com mais ênfase na RE.

A este grupo foi proposto um programa com 4 exercícios, supervisionados pelos respetivos técnicos e com uma frequência de 3 vezes por semana. Para o efeito foram utilizadas bandas elásticas *Thera-Band®*:

Exercício 1 – os indivíduos iniciaram o exercício numa posição próxima da posição anatômica de referência e com a banda elástica em tensão, realizando uma abdução dos braços com RE, formando um ângulo entre o braço e o tronco no final do movimento de aproximadamente 50° a 60° (Figura 5).

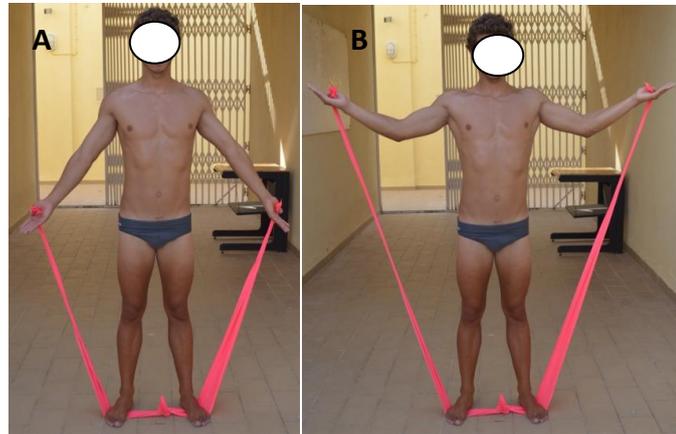


Figura 5 – 1º Exercício do programa de força compensatório tradicional. A – Posição inicial; B – Posição final.

Exercício 2 – os indivíduos iniciaram o exercício com os ombros a 90° de flexão no plano da omoplata, os cotovelos em flexão total e mãos em pronação em cima dos ombros, realizando um movimento ascendente até uma extensão total do cotovelo e flexão completa do ombro (Figura 6).



Figura 6 – 2º Exercício do programa de força compensatório tradicional. A – Posição inicial; B – Posição final.

Exercício 3 – neste exercício a posição inicial é muito idêntica à do primeiro exercício, progredindo para uma abdução dos braços em simultâneo no plano da omoplata até ao final da amplitude total de abdução, perto dos 160° (Figura 7).

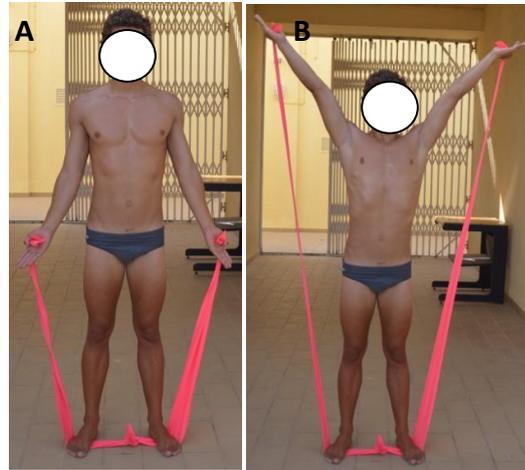


Figura 7 – 3º Exercício do programa de força compensatório tradicional. A – Posição inicial; B – Posição final.

Exercício 4 – neste último exercício os sujeitos adotavam uma posição inicial de pé, com a banda elástica ancorada a uma superfície mais ou menos ao nível entre a cintura e o ombro. O braço estava a 90° de flexão do cotovelo, em abdução e 90° de flexão do ombro, progredindo de forma ascendente, mantendo os ângulos, com RE (Figura 8).

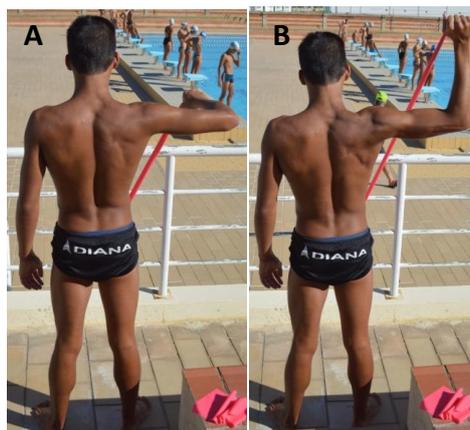


Figura 8 – 4º Exercício do programa de força compensatório tradicional. A – Posição inicial; B – Posição final.

Todos os atletas deste grupo realizaram 3 séries de cada um dos exercícios anteriores com 30 segundos de pausa entre repetições e 1 minuto entre exercícios. Nas duas primeiras séries realizavam 20 repetições, e a última série era até à exaustão, não havendo um número pré-definido de repetições. Importa referir que era essencial que todas as execuções fossem realizadas com uma técnica correta. Este programa foi realizado após o aquecimento geral e antes do treino aquático.

A resistência utilizada neste programa foi definida pela cor das bandas elásticas *Thera-Band*® que, no início deste programa de treino, todos os atletas realizaram os 4 exercícios com a banda elástica vermelha e, no caso de os atletas conseguirem superar na última série as 30 repetições com uma boa técnica de execução, iniciavam o treino com a cor/resistência da banda elástica a seguir.

A forma de progressão da carga ao longo das 10 semanas realizava-se com a mudança de cor das bandas elásticas *Thera-Band*®, as quais possuem resistências diferentes, consoante a cor. Sempre que os atletas superavam as 30 repetições da última série com uma boa técnica, passavam a treinar com a banda elástica com resistência superior à anterior. As cores e respetivas resistências das bandas elásticas, tendo por base a percentagem de alongamento das mesmas, estão presentes no quadro 2.

Quadro 2 – Resistência das bandas elásticas Thera-Band tendo por base a percentagem de alongamento das mesmas (adaptado de Page et al., 2000).

Cores das bandas elásticas							
% Alongamento	Amarelo	Vermelho	Verde	Azul	Preto	Prateado	Dourado
25	0.5	0.7	0.9	1.3	1.6	2.3	3.6
50	0.8	1.2	1.5	2.1	2.9	3.9	6.3
75	1.1	1.5	1.9	2.7	3.7	5.0	8.2
100	1.3	1.8	2.3	3.2	4.4	6.0	9.8
125	1.5	2.0	2.6	3.7	5.0	6.9	11.2
150	1.8	2.2	3.0	4.1	5.6	7.8	12.5
175	2.0	2.5	3.3	4.6	6.1	8.6	13.8
200	2.2	2.7	3.6	5.0	6.7	9.5	15.2
225	2.4	2.9	4.0	5.5	7.4	10.5	16.6
250	2.6	3.2	4.4	6.0	8.0	11.5	18.2

Dados expressos em Quilogramas (Kg)

É importante salientar que a monitorização e controlo deste programa foram feitos pelo técnico do clube envolvido.

2.5.2. Programa de treino de força compensatório específico

O programa de treino de força compensatório para os rotadores dos ombros específico consiste em exercícios realizados dentro de água. Este programa de treino irá ser explicado de seguida.

O grupo experimental água, juntamente com os seus treinos habituais de água, realizou um programa de treino de força compensatório específico, ou seja, exercícios realizados dentro de água, durante 10 semanas, com os mesmos objetivos do programa do grupo experimental terra.

Ao grupo experimental água foi proposto um programa de treino com 3 exercícios e com uma frequência de 3 vezes por semana, e foram utilizadas bandas elásticas *Thera-Band®* e palmas para as mãos:

Exercício 1 – os sujeitos iniciavam este exercício com o antebraço em posição neutra, cotovelo a 90° de flexão, progredindo para uma posição de abdução do braço, favorecendo a RE, e para voltar à posição inicial, a mão adotava uma posição de pronação (Figura 9). Neste exercício os indivíduos tinham de manter sempre os braços e cotovelos o mais junto possível do corpo. A banda elástica *Thera-Band®* foi colocada à volta dos pulsos dos atletas.



Figura 9 – 1º Exercício do programa de força compensatório específico. A – Posição inicial; B – Posição intermédia; C – Posição final.

Exercício 2 – este exercício é muito idêntico ao anterior mas, ao invés de utilizar as bandas, utilizou-se as palmas para as mãos (Figura 10). A palma foi utilizada de maneira diferente à habitual, ela foi colocada ao contrário (Figura 11), de forma a proporcionar uma maior resistência no movimento de RE, isto é, durante a rotação externa a mão é colocada para que a palma ofereça maior resistência possível à água, mas na rotação interna (retorno à posição inicial), a palma da mão fica virada para baixo não oferecendo resistência à água e recuperando de forma “passiva”.



Figura 10 – 2º Exercício do programa de força compensatório específico. A – Posição inicial; B – Posição intermédia; C – Posição final.



Figura 11 – Colocação das palmas no 2º Exercício do programa de força compensatório específico.

Exercício 3 – neste último exercício não foram utilizados quaisquer materiais, apenas a sensibilidade à água. Na posição inicial os sujeitos tinham os ombros a 90° de flexão, braços abdução, cotovelo a 90° de flexão ao nível dos ombros, e a mão em pronação, progredindo para uma posição de mais abdução, direcionando a água para trás do corpo com a palma da mão (Figura 11), isto é, durante a rotação externa a mão é colocada para que a palma ofereça maior resistência possível à água, mas na rotação

interna (retorno à posição inicial), a palma da mão fica virada para baixo não oferecendo resistência à água e recuperando de forma “passiva”.



Figura 12 – 3º Exercício do programa de força compensatório específico. A – Posição inicial; B – Posição intermédia; C – Posição final.

Durante as 10 semanas, a dinâmica da carga mudava de 2 em 2 semanas:

1ª Semana: 3 séries de 30 segundos de execução com 10 segundos de pausa entre séries e 2 minutos de pausa entre exercício.

3ª Semana: 4 séries de 30 segundos de execução com 10 segundos de pausa entre séries e 2 minutos de pausa entre exercício.

5ª Semana: 3 séries de 45 segundos de execução com 10 segundos de pausa entre séries e 2 minutos de pausa entre exercício.

7ª Semana: 4 séries de 45 segundos de execução com 10 segundos de pausa entre séries e 2 minutos de pausa entre exercício.

9ª Semana: 5 séries de 30 segundos de execução com 10 segundos de pausa entre séries e 2 minutos de pausa entre exercício.

De referir que durante a execução destes exercícios os atletas não tinham apoio nos pés e não podiam utilizar a força dos MI, apenas dos MS, eliminando assim um possível fator influenciador dos resultados. Os atletas tinham que ter pescoço e cabeça fora de água. A monitorização e controlo deste programa foram feitos pelo responsável desta investigação.

2.6. Avaliação Maturacional

Nos dois momentos em que se avaliou as outras componentes anteriormente descritas, realizou-se também a caracterização maturacional dos dois grupos, com o objetivo de verificar se existiam, ou não, diferenças na estatura matura adulta predita (EMAP).

De acordo com Khamis & Roche (1994), um individuo é tão mais maduro quanto mais próximo se encontra da sua estatura adulta e, para a sua determinação, utiliza a estatura, massa corporal e estatura média parental, seguindo a fórmula:

$$EMAP = intercept + estatura \times (coeficiente \text{ para a estatura}) + massa \text{ corporal} \times (coeficiente \text{ para a massa corporal}) + estatura \text{ média parental} \times (coeficiente \text{ para a estatura média parental})$$

onde os valores do intercept e restantes coeficientes são retirados de tabelas calculadas por Khamis & Roche (1994), e a estatura parental foi obtida através da fotocópia do bilhete de identidade de cada um dos pais.

Uma vez calculado este valor e, uma vez que o indicador maturacional é dado em percentagem, realizou-se a seguinte equação:

$$\%EMP = (estatura \text{ no momento da avaliação} / estatura \text{ matura predita}) \times 100$$

3. Tratamento Estatístico

Para o tratamento dos dados obtidos nas diferentes avaliações dos dois grupos, foi realizada uma análise estatística descritiva, onde se utilizou as médias, desvios padrão e intervalos de confiança com 95%. Foi utilizado o *software Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 19.0, sendo adotado o nível de significância de $p < 0.05$.

Relativamente a cada uma das técnicas estatísticas aplicadas, verificou-se o cumprimento dos respetivos pressupostos. A normalidade das distribuições foi testada usando o teste de *Shapiro-Wilk*, sendo a homogeneidade de variâncias testada através do teste de *Levene*.

Para comparar os parâmetros de caracterização da amostra e níveis maturacionais entre grupos foi utilizado o teste *t* de *Student* para amostras independentes.

Foi utilizado o teste *t* de *Student* para amostras independentes a fim de comparar os valores de início entre os diferentes grupos.

Os efeitos do treino foram estudados através da análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas, onde foram equacionados 2 grupos e 2 momentos de avaliação. No caso das variáveis em que se verificaram diferenças significativas entre grupos na avaliação inicial, foi efetuado um ajustamento introduzindo uma covariável.

CAPÍTULO IV – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

1. Caracterização do perfil de força isocinética dos rotadores dos ombros no início da época e estado maturacional em cada um dos momentos de avaliação
 2. Efeitos dos programas de treino compensatórios na força e fadiga dos rotadores dos ombros e respetivos rácios unilaterais
 3. Comparação dos valores de rácios (RE/RI) entre braço dominante e não dominante nos momentos de avaliação
 4. Efeitos dos programas de treino compensatórios na flexibilidade dos rotadores dos ombros e na força de preensão manual
-

CAPÍTULO IV – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

1. Caracterização do perfil de força isocinética dos rotadores dos ombros no início da época e estado maturacional em cada um dos momentos de avaliação

Como foi referido anteriormente na revisão de literatura, ainda não existem muitos estudos com dados referentes a amostras com jovens nadadores, como tal, iniciamos este capítulo com uma caracterização inicial dos dois grupos, bem como uma análise comparativa entre os grupos. Assim sendo, os resultados apresentados a seguir servirão para caracterizar e comparar a amostra no início da investigação, bem como contribuir para os dados normativos referentes aos valores de força dos rotadores dos ombros em nadadores jovens, e respetivos rácios.

Nos quadros 3 e 4 estão apresentados os resultados do início da época desportiva, com a totalidade da amostra inicial, ou seja, o N é superior ao que finalizou o estudo.

Quadro 3 – Caracterização da amostra no início da época desportiva (pré intervenção) através das médias e respetivos desvios padrão (DP), dos Peak-Torques (Nm) e Rácios RE/RI (%) na avaliação efetuada à velocidade angular de 60°/s.

		G. E. Água (N=11)	G. E. Terra (N=14)	
		Média ± DP	Média ± DP	<i>p</i>
Membro Dominante	PT - RE	17.92 ± 4.77	16.50 ± 6.83	.565
	PT - RI	21.83 ± 6.74	32.85 ± 9.40	.003
	Rácio RE/RI	85.71 ± 12.05	54.38 ± 25.90	.001
Membro Não Dominante	PT - RE	17.63 ± 6.40	14.27 ± 6.71	.218
	PT - RI	21.66 ± 6.86	31.22 ± 8.26	.005
	Rácio RE/RI	81.18 ± 13.25	48.54 ± 24.42	.000

p – teste t para amostras independentes

No que diz respeito aos valores iniciais da força isocinética no protocolo de 3 repetições a 60°/s (Quadro 3), podemos verificar que a força dos rotadores externos (RE) é superior no grupo água, enquanto os valores da rotação interna (RI) são superiores no grupo terra. No que diz respeito aos valores de rácio (RE/RI) verificou-se uma grande diferença entre grupos no início do programa, sendo superiores no grupo água.

Quadro 4 – Caracterização da amostra no início da época desportiva (pré intervenção) através das médias e respetivos desvios padrão (DP), dos Peak-Torques (Nm) e Rácios RE/RI (%) na avaliação efetuada à velocidade angular de 180°/s.

		G. E. Água (N=11)	G. E. Terra (N=14)	
		Média ± DP	Média ± DP	<i>p</i>
Membro Dominante	PT - RE	17.44 ± 4.55	12.44 ± 6.64	.044
	PT - RI	22.12 ± 6.86	28.71 ± 8.14	.042
	Rácio RE/RI	81.71 ± 16.76	47.82 ± 29.49	.002
Membro Não Dominante	PT - RE	16.65 ± 4.07	10.51 ± 6.78	.015
	PT - RI	20.90 ± 5.57	28.92 ± 7.66	.008
	Rácio RE/RI	80.51 ± 10.94	39.24 ± 25.69	.000

p – teste t para amostras independentes

Os resultados das avaliações presentes no quadro 4, e que correspondem ao protocolo de 20 repetições a 180°/s, foram idênticos aos resultados das avaliações no protocolo de 3 repetições a 60°/s, uma vez que as diferenças significativas entre grupos em ambos os membros, nos dois protocolos, se verificaram nos valores dos RI e nos rácios RE/RI.

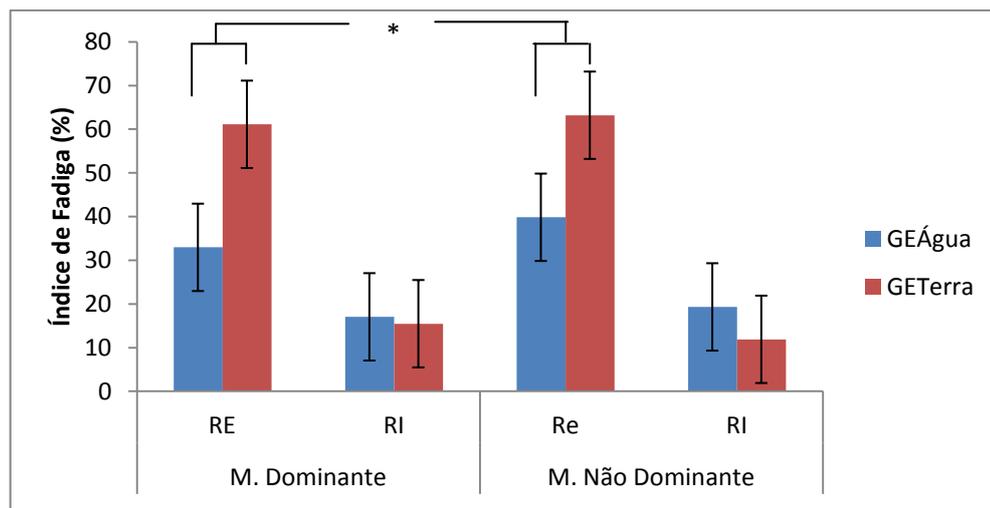


Figura 13 – Caracterização dos índices de fadiga nos dois grupos para o membro dominante e não dominante.

* Diferenças significativas entre grupos ($p < .005$)

No que toca aos valores do Índice de Fadiga (Figura 13), podemos verificar que são superiores no grupo da terra nos RE de ambos os membros, mas inferiores nos RI, existindo diferenças significativas entre grupos nos RE.

Quadro 5 – Caracterização do estado maturacional (percentagem da estatura matura adulta predita) dos dois grupos da amostra nos dois momentos de avaliação.

	G. E. Água	G. E. Terra	<i>p</i>
Início	92.31 ± 3.83	91.97 ± 2.47	.974
10 Semanas	92.96 ± 3.68	92.89 ± 2.25	.959

p – valores de P relativos à comparação entre grupos em cada um dos momentos de avaliação (ANOVA)

No estado maturacional (Quadro 5) podemos constatar que nos dois momentos de avaliação houve uma prevista evolução maturacional na amostra, mas sem diferenças significativas entre grupos em ambos os momentos.

2. Efeitos dos programas de treino compensatórios na força e fadiga dos rotadores dos ombros e respetivos rácios unilaterais

Neste capítulo iremos apresentar os resultados de um possível efeito dos programas de treino de fora compensatórios, com uma duração de 10 semanas, nos rotadores dos ombros, bem como a comparação entre ambos os programas.

Quadro 6 – Efeito dos treinos de força compensatório nos *Peak-Torques* (Nm) das rotações externas e internas do braço dominante e respetivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 60°/s. Resultados do início e após as 10 semanas.

Membro Dominante – 60°/s				
	Início (média ± DP)	10 Semanas (média ± DP)	Alterações 10 Semanas Média (95% IC)	<i>p</i>
PT - RE				
G. Experimental Água	18.11 ± 4.98	16.90 ± 4.31	-1.21 (-4.13 a 1.71)	.237
G. Experimental Terra	19.21 ± 6.05	20.36 ± 6.80	1.15 (-1.64 a 3.93)	
PT - RI				
G. Experimental Água	23.12 ± 7.01 ^a	30.15 ± 6.88*	7.03 (1.20 a 12.86)	.028
G. Experimental Terra	31.72 ± 8.04 ^a	29.62 ± 7.44	-2.10 (-7.66 a 3.46)	
Rácio RE/RI				
G. Experimental Água	79.51 ± 7.80 ^a	58.88 ± 20.01*	-20.63 (-35.81 a -5.45)	.015
G. Experimental Terra	63.96 ± 22.08 ^a	70.28 ± 19.14	6.32 (-8.16 a 20.80)	

p – análise de variância para medidas repetidas ajustadas ao valor de início para comparação entre grupos no final das 10 semanas

* Diferenças significativas intra grupo entre o início e as 10 semanas

^a Diferenças significativas no início entre o G. Experimental Água e o G. Experimental Terra

O quadro 6 mostra os resultados referentes às avaliações efetuadas à velocidade angular de 60°/s no Membro Dominante (MD). Os programas de treino induziram um efeito significativo no final das 10 semanas uma vez que foram observadas diferenças significativas entre grupos no que respeita aos valores dos RI (*p*=.028) e dos rácios

RE/RI ($p=.015$). No grupo experimental terra verificou-se um aumento de 1.15% desde o início do treino nos RE, bem como um aumento na ordem dos 6.32% após o início do treino no rácio RE/RI. Verificou-se, também, uma diminuição estatisticamente significativa no rácio RE/RI no grupo experimental água do primeiro para o segundo momento de avaliação em -20.63%.

Quadro 7 – Efeito dos treinos de força compensatório nos *Peak-Torques* (Nm) das rotações externas e internas do braço não dominante e respetivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 60°/s. Resultados do início e após as 10 semanas.

Membro Não Dominante – 60°/s				
	Início (média ± DP)	10 Semanas (média ± DP)	Alterações 10 Semanas Média (95% IC)	<i>p</i>
PT - RE				
G. Experimental Água	16.34 ± 5.02	16.61 ± 3.46	.27 (-2.42 a 2.96)	.689
G. Experimental Terra	18.70 ± 4.50	19.69 ± 5.94	.99 (-1.57 a 3.55)	
PT - RI				
G. Experimental Água	20.95 ± 6.64 ^a	27.31 ± 5.81 [*]	6.36 (1.42 a 11.30)	.013
G. Experimental Terra	31.23 ± 8.51 ^a	28.64 ± 8.27	-2.59 (-7.30 a 2.12)	
Rácio RE/RI				
G. Experimental Água	78.80 ± 11.88 ^a	63.01 ± 16.70 [*]	-15.79 (-29.63 a -1.95)	.016
G. Experimental Terra	62.43 ± 15.73 ^a	70.81 ± 15.86	8.38 (-4.81 a 21.58)	

p – análise de variância para medidas repetidas ajustadas ao valor de início para comparação entre grupos no final das 10 semanas

^{*} Diferenças significativas intra grupo entre o início e as 10 semanas

^a Diferenças significativas no início entre o G. Experimental Água e o G. Experimental Terra

No quadro 7 estão os resultados para a mesma velocidade angular, mas para o Membro Não Dominante (MND). Tal como nos resultados do quadro anterior, houve diferenças significativas entre grupos no início dos programas, tanto nos RI ($p=.013$) como nos rácios RE/RI ($p=.016$). Para o membro não dominante, a esta velocidade angular, não houve diferenças significativas nos RE em qualquer dos grupos. Por outro lado, no grupo que realizou o programa de treino compensatório específico (água), houve um aumento significativo na força dos RI em 6.36%, e uma diminuição significativa no rácio RE/RI em -15.79%.

Quadro 8 – Efeito dos treinos de força compensatório nos *Peak-Torques* (Nm) das rotações externas e internas do braço dominante e respetivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 180°/s. Resultados do início e após as 10 semanas.

Membro Dominante – 180°/s				
	Início (média ± DP)	10 Semanas (média ± DP)	Alterações 10 Semanas Média (95% IC)	<i>p</i>
PT - RE				
G. Experimental Água	17.67 ± 4.73	19.27 ± 4.73	1.60 (-.97 a 4.17)	.150
G. Experimental Terra	16.44 ± 4.76	20.58 ± 4.31*	4.15 (1.69 a 6.60)	
PT - RI				
G. Experimental Água	23.91 ± 5.41	32.50 ± 8.49*	8.59 (3.31 a 13.87)	.023
G. Experimental Terra	28.12 ± 7.75	28.10 ± 7.63	-.018 (-5.05 a 5.02)	
Rácio RE/RI				
G. Experimental Água	73.69 ± 5.69	61.01 ± 11.90	-8.95 (-18.65 a .75)	.007
G. Experimental Terra	62.00 ± 20.54	76.45 ± 17.19*	11.06 (1.84 a 20.28)	

p – análise de variância para medidas repetidas ajustadas ao valor de início para comparação entre grupos no final das 10 semanas

* Diferenças significativas intra grupo entre o início e as 10 semanas

^a Diferenças significativas no início entre o G. Experimental Água e o G. Experimental Terra

Nos quadros 8 e 9 estão apresentados os resultados das avaliações no protocolo de 20 repetições a 180°/s. Podemos verificar que os resultados são um pouco diferentes quando consideramos o MD e o MND. No quadro 8 o grupo experimental terra teve um aumento significativo na força dos RE em 4.15% e no rácio RE/RI em 11.06%, isto é, o programa de treino de força compensatório tradicional teve efeitos significativos no MD para este grupo com o protocolo referido. Já no quadro 9, o grupo experimental água teve um aumento significativo de 7.45% na força dos RI.

Quadro 9 – Efeito dos treinos de força compensatório nos *Peak-Torques* (Nm) das rotações externas e internas do braço não dominante e respetivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 180°/s. Resultados do início e após as 10 semanas.

Membro Não Dominante – 180°/s				
	Início (média ± DP)	10 Semanas (média ± DP)	Alterações 10 Semanas Média (95% IC)	<i>p</i>
PT - RE				
G. Experimental Água	16.84 ± 4.24	18.53 ± 3.79	1.69 (-1.12 a 4.50)	.657
G. Experimental Terra	17.55 ± 5.85	20.08 ± 4.28	2.53 (-.15 a 5.21)	
PT - RI				
G. Experimental Água	21.83 ± 5.47 ^a	29.28 ± 8.77*	7.45 (2.46 a 12.44)	.036
G. Experimental Terra	28.40 ± 7.49 ^a	28.41 ± 8.52	.009 (-4.75 a 4.77)	
Rácio RE/RI				
G. Experimental Água	77.72 ± 8.85 ^a	67.64 ± 19.64	-10.08 (-22.77 a 2.61)	.017
G. Experimental Terra	62.43 ± 14.73 ^a	74.29 ± 16.96	11.86 (-.24 a 23.97)	

p – análise de variância para medidas repetidas ajustadas ao valor de início para comparação entre grupos no final das 10 semanas

* Diferenças significativas intra grupo entre o início e as 10 semanas

^a Diferenças significativas no início entre o G. Experimental Água e o G. Experimental Terra

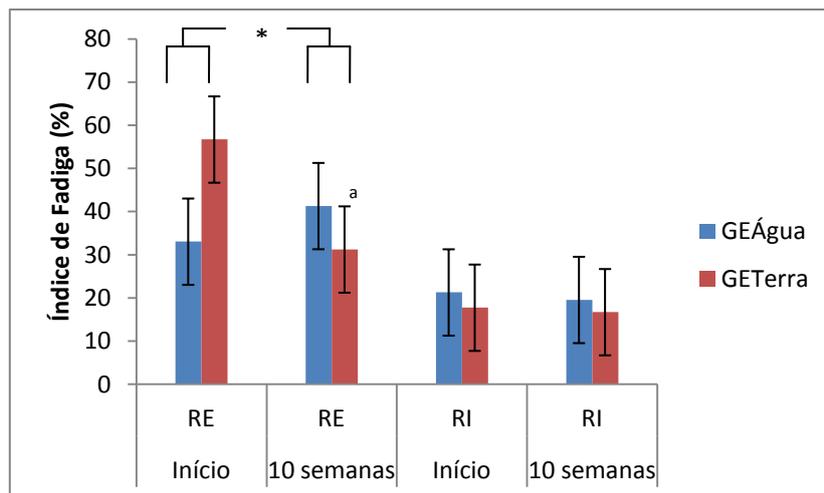


Figura 14 – Efeitos dos treinos de força compensatórios no Índice de Fadiga do Membro Dominante. Comparações intra e entre grupos.

* Diferenças significativas entre grupos ($p < .005$)

^a Diferenças significativas intra grupo entre o início e 10 semanas

Na figura 14 estão representados os valores do Índice de Fadiga para o membro dominante e podemos verificar que existiram diferenças estatisticamente significativas no início dos programas de força entre grupos nos RE, e no grupo terra do início para as 10 semanas, igualmente nos RE. Nos RI não se verificou diferenças significativas.

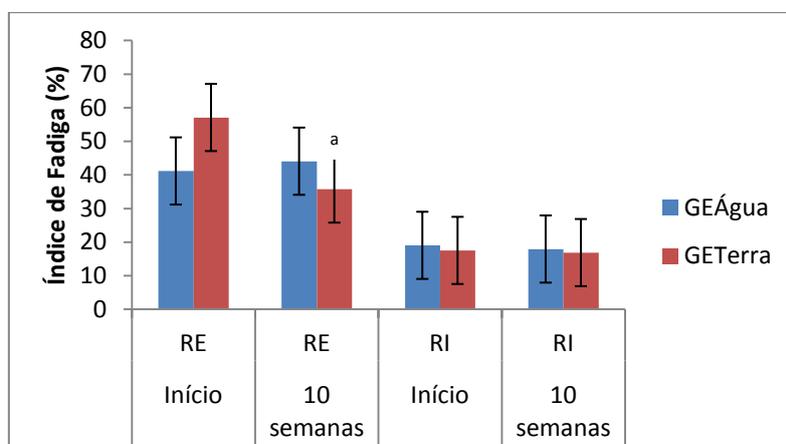


Figura 15 – Efeitos dos treinos de força compensatórios no Índice de Fadiga do Membro Não Dominante. Comparações intra e entre grupos.

^a Diferenças significativas intra grupo entre o início e 10 semanas

Na figura 15 estão representados os valores do Índice de Fadiga para o membro não dominante e podemos verificar que existiram diferenças estatisticamente significativas no início dos programas de força nos RE no grupo terra do início para as 10 semanas. Nos RI não se verificaram diferenças significativas.

3. Comparação dos valores de rácios (RE/RI) entre braço dominante e não dominante nos momentos de avaliação

Nos quadros 10 e 11 estão apresentadas os resultados das avaliações referentes aos níveis de rácio RE/RI do membro dominante e não dominante. Podemos verificar que não há diferenças significativas entre os rácios do MD e MND, quer para a velocidade de 60°/s, quer para a velocidade de 180°/s.

Para a velocidade 60°/s (quadro 10) verificou-se uma diminuição no início entre o rácio do MD para o MND em ambos os grupos, mas não são valores estatisticamente relevantes. Esta diferença aumentou ao fim das 10 semanas de programa de treino de força compensatório, mas não teve diferenças significativas.

Para a velocidade 180°/s (quadro 11) os rácios do MD e do MND aumentou nos dois grupos, em ambos os momentos, exceto no grupo terra nas 10 semanas, onde o rácio diminuiu. Todos os resultados não foram estatisticamente significativos.

Quadro 10 – Comparação dos rácios RE/RI entre membro dominante e não dominante ao longo das 10 semanas. Resultados obtidos com o protocolo de 3 repetições a 60°/s.

Rácios avaliados – 60°/s				
	Início (média ± DP)	<i>p</i>	10 Semanas (média ± DP)	<i>p</i>
G. Experimental Água				
Rácio MD	79.51 ± 7.80	.882	58.88 ± 20.01	.567
Rácio MND	78.80 ± 11.88		63.01 ± 16.70	
G. Experimental Terra				
Rácio MD	63.96 ± 22.08	.709	70.28 ± 19.14	.852
Rácio MND	62.43 ± 15.73		70.81 ± 15.86	

p – teste t para amostras emparelhadas

* Diferenças significativas entre Membro Dominante e Membro Não Dominante

Quadro 11 – Comparação dos rácios RE/RI entre membro dominante e não dominante ao longo das 10 semanas. Resultados obtidos com o protocolo de 20 repetições a 180°/s.

Rácios avaliados – 180°/s				
	Início (média ± DP)	<i>p</i>	10 Semanas (média ± DP)	<i>p</i>
G. Experimental Água				
Rácio MD	73.69 ± 5.69	.203	61.01 ± 11.90	.131
Rácio MND	77.72 ± 8.85		67.64 ± 19.64	
G. Experimental Terra				
Rácio MD	62.00 ± 20.54	.912	76.45 ± 17.19	.546
Rácio MND	62.43 ± 14.73		74.29 ± 16.96	

p – teste t para amostras emparelhadas

* Diferenças significativas entre Membro Dominante e Membro Não Dominante

4. Efeitos dos programas de treino compensatórios na flexibilidade dos rotadores dos ombros e na força de preensão manual

Com base nos quadros 11 e 12 podemos verificar que as alterações provocadas pelos treinos de força compensatórios não foram significativas na flexibilidade, quer para o MD, quer para o MND. Verificou-se apenas uma diminuição significativa (-14.95%) nos níveis de flexibilidade dos RE no MND do grupo terra, do início para o final do programa de treino de força compensatório.

Quadro 12 – Efeito dos treinos de força compensatório na Flexibilidade (FLX) dos rotadores do ombro no Membro Dominante.

Flexibilidade MD - °				
	Início (média ± DP)	10 Semanas (média ± DP)	Alterações 10 Semanas Média (95% IC)	<i>p</i>
FLX RE				
G. Experimental Água	88.60 ± 8.44	83.30 ± 12.51	-5.30 (-18.50 a 7.90)	.947
G. Experimental Terra	88.35 ± 10.30	83.64 ± 29.63	-4.71 (-17.30 a 7.88)	
FLX RI				
G. Experimental Água	50.73 ± 27.10	40.80 ± 7.08	-9.93 (-23.36 a 3.50)	.799
G. Experimental Terra	40.79 ± 11.05	33.15 ± 16.44	-7.64 (-20.44 a 5.17)	

p – análise de variância para medidas repetidas ajustadas ao valor de início para comparação entre grupos no final das 10 semanas

* Diferenças significativas intra grupo entre o início e as 10 semanas

^a Diferenças significativas no início entre o G. Experimental Água e o G. Experimental Terra

Quadro 13 – Efeito dos treinos de força compensatório na Flexibilidade (FLX) dos rotadores do ombro no Membro Não Dominante.

Flexibilidade MND - °				
	Início (média ± DP)	10 Semanas (média ± DP)	Alterações 10 Semanas Média (95% IC)	<i>p</i>
FLX RE				
G. Experimental Água	89.70 ± 8.76	71.90 ± 7.93	-11.91 (-24.94 a 2.55)	.696
G. Experimental Terra	77.48 ± 16.69	68.54 ± 25.16 [*]	-14.95 (-28.00 a -1.91)	
FLX RI				
G. Experimental Água	60.13 ± 6.38	56.70 ± 6.72	-.146 (-9.04 a 8.75)	.616
G. Experimental Terra	43.48 ± 16.54	49.56 ± 18.41	3.10 (-5.31 a 11.50)	

p – análise de variância para medidas repetidas ajustadas ao valor de início para comparação entre grupos no final das 10 semanas

* Diferenças significativas intra grupo entre o início e as 10 semanas

^a Diferenças significativas no início entre o G. Experimental Água e o G. Experimental Terra

No que diz respeito à força de preensão manual (hand-grip), os resultados foram idênticos aos da flexibilidade, isto é, as alterações verificadas não foram significativas, verificando-se um aumento estatisticamente significativo (2.45%) na força de preensão manual do MD, no grupo terra, do início para o fim do programa de treino de força compensatório.

Quadro 14 – Efeito dos treinos de força compensatório na força de preensão manual (Hand-Grip) no MD e no MND.

Hand-Grip (HG) - Kg				
	Início (média ± DP)	10 Semanas (média ± DP)	Alterações 10 Semanas Média (95% IC)	<i>p</i>
HG Dominante				
G. Experimental Água	24.74 ± 5.20	25.58 ± 5.86	.840 (-1.43 a 3.11)	.297
G. Experimental Terra	24.67 ± 6.35	27.12 ± 6.00 [*]	2.45 (.284 a 4.61)	
HG Não Dominante				
G. Experimental Água	22.60 ± 4.21	23.82 ± 4.41	1.22 (-1.21 a 3.65)	.625
G. Experimental Terra	24.36 ± 5.61	26.38 ± 5.73	2.02 (-.301 a 4.33)	

p – análise de variância para medidas repetidas ajustadas ao valor de início para comparação entre grupos no final das 10 semanas

^{*} Diferenças significativas intra grupo entre o início e as 10 semanas

^a Diferenças significativas no início entre o G. Experimental Água e o G. Experimental Terra

CAPÍTULO V – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

1. Caracterização do perfil de força isocinética dos rotadores dos ombros no início da época e estado maturacional em cada um dos momentos de avaliação
 2. Efeitos dos programas de treino compensatórios na força e fadiga dos rotadores dos ombros e respetivos rácios unilaterais
 3. Comparação dos valores de rácios (RE/RI) entre braço dominante e não dominante nos momentos de avaliação
 4. Efeitos dos programas de treino compensatórios na flexibilidade dos rotadores dos ombros e na força de preensão da mão
 5. Limitações do estudo
-

CAPÍTULO V – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

1. Caracterização do perfil de força isocinética dos rotadores dos ombros no início da época e estado maturacional em cada um dos momentos de avaliação

Quando analisamos os resultados, constatamos que parecem seguir os dados de alguns autores (Ellenbecker & Roetert, 2003; Warner *et al.*, 1990; West *et al.*, 2005), verificando-se que a capacidade de produção de força dos rotadores internos (RI) é constantemente superior à dos rotadores externos (RE), traduzindo-se por valores de peak-torque (*PT*) superiores. No presente estudo, em ambos os grupos e nos dois protocolos utilizados, os valores dos RI foram sempre superiores aos valores dos RE. Este resultado já era esperado, se considerarmos que os grupos musculares responsáveis pela RI são em maior número e anatomicamente maiores e, conseqüentemente possuem uma maior capacidade de produção de força (Dark *et al.*, 2007).

Para uma melhor análise destes resultados, existe uma necessidade de recorrer aos já mencionados rácios RE/RI e a valores normativos dos mesmos, de forma a caracterizar a relação entre grupos musculares, neste caso, entre RE e RI dos ombros (Ellenbecker & Roetert, 2003). De acordo com estes autores os rácios unilaterais caracterizam o equilíbrio muscular, sendo uma das variáveis importantes a caracterizar quando se pretende diagnosticar o equilíbrio/desequilíbrio muscular.

Podemos verificar, através da análise dos resultados, que os rácios RE/RI do grupo experimental terra em ambos os protocolos e no MD e MND, são significativamente inferiores quando comparados com o grupo experimental água.

Se tivermos em conta os resultados científicos que afirmam que um decréscimo ou manutenção do valor de força concêntrica dos RE, combinado com um aumento do mesmo valor dos RI, é uma característica de instabilidade na articulação glenoumeral (Warner *et al.*, 1990), contribuindo para um maior risco de lesão na articulação (Cingel *et al.*, 2007), podemos afirmar que o grupo experimental terra apresenta uma maior

instabilidade muscular no complexo articular do ombro e, conseqüentemente, um maior risco de lesão.

Com base em resultados de alguns estudos, que apontam para valores normativos de rácios RE/RI entre os 66% e 75% (Cingel *et al.*, 2007; Ellenbecker & Davies, 2000; Ellenbecker & Roetert, 2003; Ramsi *et al.*, 2004), podemos concluir que o grupo experimental terra apresenta desequilíbrios musculares considerados de elevado risco de lesão. Não tendo conhecimento de valores normativos para jovens nadadores, existem autores que utilizaram atletas com idades superiores e que apresentam valores semelhantes (entre os 66% e os 75%), quer em nadadores (Ramsi *et al.*, 2004), quer em tenistas e jogadores de badminton (Cingel *et al.*, 2007; Ellenbecker & Davies, 2000; Ellenbecker & Roetert, 2003).

Neste estudo, os rácios RE/RI encontrados no grupo experimental terra variaram entre os $39.24 \pm 25.69\%$ e os $54.38 \pm 25.90\%$, os quais estão abaixo dos valores de referência mencionados anteriormente. Já no grupo experimental água, os valores de rácios RE/RI variaram entre os $80.51 \pm 10.94\%$ e os $85.71 \pm 12.05\%$, os quais são ligeiramente superiores dos valores de referência mencionados anteriormente, e que poderá indicar uma tendência de que os jovens atletas apresentem um maior equilíbrio muscular ao nível dos rotadores dos ombros.

No que diz respeito aos valores de rácios RE/RI do grupo experimental água avaliado a $60^\circ/s$ (MD: $85.71\% \pm 12.05\%$; MND: $81.18\% \pm 13.25\%$), verificámos que são um pouco superiores quando comparados a um estudo realizado por Beach *et al.* (1992), cujos valores encontrados foram $70\% \pm 9\%$ e $71\% \pm 10\%$ para o membro dominante (MD) e membro não dominante (MND).  de referir que neste estudo foram avaliados nadadores de competio (nadadores com idades entre os 14 e os 16 anos, pertencentes a uma equipa universitária norte americana e nadadores de alta competio) com a mesma velocidade angular ($60^\circ/s$) e posio do braço em decúbito ventral.

É interessante referir que, nas diferenças significativas encontradas entre grupos nos rácios unilaterais em ambas as velocidades angulares, as mesmas devem-se, principalmente, às diferenças entre valores dos RI, os quais apresentam diferenças significativas entre grupos, ao contrário dos RE que apresentaram valores de *PT* relativamente próximos. Estes dados apresentam uma tendência semelhante aos dados

apresentados por Rupp *et al.* (1995), suportando o pressuposto de que os RI nos nadadores são significativamente mais fortes que os RE, pois são sujeitos a repetidas contrações concêntricas nas fases propulsivas do nado (Weldon & Richardson, 2001). Por outro lado, os RE tornam-se menos fortes que os RI com o avanço da idade e da carreira (Ramsi *et al.*, 2004). Assim, é importante um trabalho de força compensatório específico com uma maior incidência nos RE e estabilizadores da articulação do ombro.

No que diz respeito aos índices de fadiga, segundo Ellenbecker & Davies (2000), são um meio fiável de avaliação da fadiga muscular, servindo igualmente para fundamentar programas de treino e reabilitação. Nesta investigação verificou-se diferenças significativas entre grupos nos RE, quer no MD quer no MND, sendo que o grupo experimental terra tinha valores superiores, quando comparado com o grupo experimental água. Estes resultados indicam-nos, de acordo com a descrição acima mencionada, que os jovens nadadores do grupo terra apresentam níveis de fadiga superiores aos da água, sendo necessário um programa de treino de força compensatório para os rotadores externos dos ombros para que estes níveis de fadiga diminuam. Quanto aos RI o grupo experimental água obteve valores ligeiramente superiores quando comparado com o grupo terra, contudo não apresentam diferenças significativas entre grupos.

Na estatura matura adulta predita, ou maturação, Damsgaard *et al.* (2000), investigaram os efeitos de fatores genéticos estatura de nascimento, desporto, horas de treino na estatura e índice de massa corporal, avaliando jovens atletas de competição na natação, ténis, andebol e ginástica, e chegaram à conclusão que, embora não conseguissem demonstrar a influência do tipo de desporto e o número de horas de treino na maturação, não podem excluir que a forma de treino, bem como a nutrição, podem influenciar a maturação dos jovens atletas. Erlandson *et al.* (2008) reporta que jovens nadadores são, em média, mais altos que a população em geral.

Nesta investigação, para ambos os grupos, houve uma esperada evolução maturacional, embora não se tenha verificado diferenças significativas entre grupos em ambos os momentos. A mencionada ausência de diferenças entre grupos possibilita que retiremos o efeito maturacional a possíveis efeitos do treino que tenhamos encontrado.

2. Efeitos dos programas de treino compensatórios na força e fadiga dos rotadores dos ombros e respetivos rácios unilaterais

Partindo do princípio que um decréscimo ou manutenção do valor de força concêntrica dos RE combinado com um aumento do mesmo valor dos RI do complexo articular do ombro, leva a um menor valor do rácio entre ambos, contribuindo para um maior risco de lesão na articulação (Cingel *et al.*, 2007), um dos principais objetivos deste estudo é avaliar o efeito de dois programas de treino compensatórios, um específico e outro tradicional, nos rotadores dos ombros, especialmente na tentativa de verificar se existe aumento dos valores do rácio RE/RI, através do aumento do equilíbrio muscular entre ambos e diminuição do risco de lesão.

Tendo em conta os resultados apresentados, podemos afirmar que o programa de treino de força compensatório tradicional teve efeitos positivos na redução da força dos RI, e no aumento da força nos RE e nos valores de rácio RE/RI. Já o programa de treino de força compensatório específico não teve os efeitos desejados, ou seja, tem uma tendência para aumentar os valores de força dos RI e dos RE, mas uma tendência para diminuir os valores de rácio RE/RI.

No que diz respeito aos resultados no protocolo de avaliação efetuado à velocidade angular de 60°/s, podemos verificar que são idênticos, quer para o MD quer para o MND (quadros 6 e 7). Existe uma tendência para um aumento na força dos RE no grupo experimental terra em 1.15% para o MD e 0.99% para o MND desde o início do treino, enquanto no grupo experimental água, houve uma diminuição nos valores de força dos RE em -1.21% para o MD e um aumento em 0.27% para o MND. Quando comparando o grupo experimental água com o grupo experimental terra, verificamos que os aumentos na força dos RE do início para as 10 semanas foram superiores no grupo experimental terra. É importante referir que ambos os programas de treino compensatórios incidiam essencialmente no reforço dos RE e, embora se tenha verificado uma tendência no aumento da força dos RE, não houve diferenças significativas intra e entre grupos.

Para os valores de força nos RI verificou-se uma tendência para aumentar no grupo experimental água, mas no grupo experimental terra tem uma tendência para diminuir, quando comparando o MD com o MND. No grupo experimental água a força

do RI aumentou do início para as 10 semanas com valores estatisticamente significativos (7.03% para o MD e 6.36% para o MND). Já o grupo experimental terra diminuiu a força dos RI do início para as 10 semanas, mas sem valores estatisticamente significativos (-2.10% para o MD e -2.59% para o MND). Podemos verificar ainda que, quando comparando os dois grupos, houve diferenças estatisticamente significativas nos valores de início dos RI, sendo que o grupo terra apresentava valores superiores aos do grupo água. Partindo do pressuposto que o treino aquático para ambos os grupos foi semelhante e que os níveis maturacionais são idênticos, não encontramos uma justificação para que estes valores de força dos RI sejam superiores no grupo terra. Mais investigação seria necessária neste sentido.

Os resultados com maior destaque são os referentes aos rácios RE/RI. Estes valores têm uma tendência para aumentar no grupo terra, e de diminuir no grupo água, quando comparando o MD com o MND. No grupo experimental terra, embora se tenha verificado um aumento nos valores de rácios RE/RI do início para as 10 semanas (6.32% para o MD e 8.38% para o MND), não foram estatisticamente significativos. Para o grupo experimental água houve uma diminuição com valores estatisticamente significativos (-20.63% para o MD e -15.79% para o MND) do início para as 10 semanas. Verificamos também que houve diferenças significativas entre grupos no início dos programas de treino, sendo o grupo água que apresenta valores superiores de rácios RE/RI. Tendo em conta que os rácios unilaterais caracterizam a qualidade do equilíbrio muscular e é importante no diagnóstico do equilíbrio/desequilíbrio muscular de qualquer complexo articular (Ellenbecker & Roetert, 2003), neste caso específico, o complexo articular do ombro, e partindo do pressuposto que este equilíbrio é definido por valores de rácios RE/RI compreendidos entre os 66% e os 75% (Cingel *et al.*, 2007; Ellenbecker & Davies, 2000; Ellenbecker & Roetert, 2003; Ramsi *et al.*, 2004), podemos verificar que o grupo experimental água, no início do programa de treino, embora com valores um pouco superiores aos referidos ($79.51\% \pm 7.80\%$ para o MD e $78.80\% \pm 11.88\%$ para o MND), apresentava equilíbrios musculares no complexo articular do ombro, enquanto o grupo terra tinha valores inferiores ($63.96\% \pm 22.08\%$ para o MD e $62.43\% \pm 15.73\%$), apresentando alguns desequilíbrios musculares. Do início para as 10 semanas, como foi referido anteriormente, houve alterações nos rácios RE/RI, onde o grupo água diminuiu os seus valores ($58.88\% \pm 20.01\%$ para o MD e $63.01\% \pm 16.70\%$ para MND), passando a apresentar desequilíbrios, e o grupo terra

aumentou os valores de rácios RE/RI ($70.28\% \pm 19.14\%$ para o MD e $70.81\% \pm 15.86\%$ para MND), passando a apresentar equilíbrios musculares. Com base em tudo o que foi apresentado, podemos concluir que o treino fora de água teve resultados positivos ao nível do equilíbrio muscular dos rotadores dos ombros, enquanto o treino em água não obteve os mesmos resultados.

Para as avaliações realizadas com o protocolo de $180^\circ/s$ (quadros 8 e 9), os resultados referentes ao MD e ao MND são muito idênticos aos referidos anteriormente, verificando-se um aumento na força dos RE para ambos os grupos. Para o grupo terra este aumento foi estatisticamente significativo (4.15%), mas apenas no MD.

Na força dos RI o grupo água aumentou os seus valores, quer no MD, quer no MND, e ambos os valores foram estatisticamente significativos (8.59% e 7.45% , respetivamente), já para o grupo terra, as alterações verificadas não foram estatisticamente relevantes. Quando comparados os dois grupos no início, verificaram-se diferenças significativas entre grupos no MND ($21.83Nm \pm 5.47$ para o grupo água e $28.40Nm \pm 7.49$ para o grupo terra).

Referente aos rácios RE/RI, os resultados foram iguais aos obtidos nas avaliações à velocidade $60^\circ/s$, havendo uma tendência para diminuir no grupo experimental água, e uma tendência para aumentar no grupo experimental terra. Deste modo reforça-se o fato do programa de treino fora de água ser aquele que tem um efeito substancial ao nível do equilíbrio muscular dos rotadores dos ombros, contrariamente ao programa de treino específico.

Os resultados obtidos pelo grupo experimental água apresentam um ponto comum com outros estudos realizados e que utilizaram um programa de treino compensatório tradicional com incidência nos rotadores do complexo articular do ombro (Beneka *et al.*, 2002; Malliou *et al.*, 2004; Swanik *et al.*, 2002), que é o fato dos rácios unilaterais diminuírem após a intervenção do programa de treino. Isto não se verifica com o grupo experimental terra que, embora tenha sido submetido a um programa de treino de força compensatório tradicional, os seus valores de rácios unilaterais aumentaram após as 10 semanas de intervenção. No que diz respeito às alterações na força dos grupos musculares do complexo articular do ombro, vários autores (Beneka *et al.*, 2002; Kluemper & Hazelrigg, 2006; Malliou *et al.*, 2004; Swanik *et al.*, 2002) averiguaram ganhos nos mesmos mas para este estudo, estes ganhos só se verificaram no grupo água

em ambos os protocolos, exceto nos RE do MD no protocolo da velocidade angular 60°/s, e no grupo terra nos RE houve sempre ganhos, o mesmo já não se pode dizer dos RI que, de uma forma geral, houve perdas nos valores de força. Poderemos então afirmar que estes ganhos nos RE devem-se ao fato de os tipos de treino a que a amostra foi submetida, incidirem mais nos RE. Com isto, e com a diminuição nos valores de rácios RE/RI, é importante reforçar a ideia de que um programa de treino de força compensatório para os rotadores do ombro em nadadores de competição deverá incidir sobre a musculatura estabilizadora do ombro, principalmente nos RE.

Relativamente aos índices de fadiga, Ellenbecker & Davies (2000) caracterizam-nos como indicadores do nível de fadiga muscular, níveis estes que foram superiores nos RE para ambos os membros. Para o MD verificou-se uma diferença significativa entre grupos nos níveis de fadiga dos RE, do início para as 10 semanas, bem como uma diminuição estatisticamente significativa dos níveis de fadiga nos RE, no grupo terra, do início para as 10 semanas, isto significa que o treino fora de água teve influência na redução dos níveis de fadiga do RE, para além do equilíbrio muscular. Já no MND apenas se verificou uma diminuição nos níveis de fadiga nos RE, do início para as 10 semanas, no grupo terra.

Neste trabalho não realizamos a comparação dos valores dos índices de fadiga dos RI com os RE, mas podemos verificar que os resultados obtidos vão de encontro com o que Beach *et al.* (1992) encontraram, ou seja, uma vez que os RE apresentam valores de índices de fadiga superiores quando comparados com os RI, os RE apresentam uma menor resistência à fadiga. Estes resultados podem estar associados ao facto de os músculos responsáveis pela RI serem sobre solicitados durante o treino aquático (Dark *et al.*, 2007), ou seja, durante a fase propulsiva da braçada (Ramsi *et al.*, 2004). Assim sendo, torna-se necessária a utilização de programas de treino de força compensatório para os ombros, com incidência nos RE para que estes aumentem a sua força e, conseqüentemente apresentem uma maior resistência à fadiga, prevenindo desta forma futuras lesões e desequilíbrios musculares.

Em suma, podemos afirmar que é importante que os técnicos de natação utilizem programas de treino de força compensatório em seco, idêntico ao realizado neste trabalho, uma vez que, dos dois programas apresentados, foi o que apresentou melhorias nos desequilíbrios musculares (aumentou os valores de rácios unilaterais) e aumentou a

força dos RE. Este tipo de treino poderá ajudar na prevenção de lesões nos ombros dos nadadores, através do aumento dos valores de força dos rotadores, redução da fadiga muscular e prevenção dos desequilíbrios musculares.

Já o programa de treino de força compensatório em água, igualmente apresentado neste trabalho, obteve os seus resultados positivos, nomeadamente no aumento de força nos RE e RI na velocidade angular de 108°/s para ambos os membros e na velocidade 60°/s no MND, mas diminuiu os valores de rácios unilaterais (aumentando o desequilíbrio muscular) e aumentou os níveis de fadiga nos RE, fazendo com que os resultados sejam conclusivos no sentido em que este tipo de treino não tem qualquer vantagem para este efeito. Mais investigação é necessária nesta área.

3. Comparação dos valores de rácios (RE/RI) entre braço dominante e não dominante nos momentos de avaliação

Com base na revisão de literatura realizada anteriormente sobre este capítulo, afirmar que os dados não são congruentes entre si, havendo alguma contrariedade. Com isto, pretendemos verificar se existem ou não diferenças ao nível dos equilíbrios musculares entre MD e MND ao longo das 10 semanas.

Observando os resultados apresentados referentes aos valores obtidos através das avaliações a 60°/s e a 180°/s, não existem diferenças significativas entre MD e MND em ambos os grupos, ao longo das 10 semanas, embora o grupo água apresente diminuição dos valores de rácios e o grupo terra apresente um aumento nos respetivos valores, as diferenças não são estatisticamente significativas.

Estes resultados vão de encontro aos de Ramsi *et al.* (2004) que avaliou nadadores ao longo de uma época desportiva e não se verificou diferenças bilaterais significativas entre MD e MND. Sendo a natação uma modalidade desportiva bilateral, isto é, uma modalidade que utiliza ambos os membros e com movimentos repetidos, estes resultados eram esperados, embora haja autores que tivessem encontrado diferenças (Batalha *et al.*, 2012; Gozlan *et al.*, 2006; Reimann *et al.*, 2011).

Com base no que foi dito, para esta investigação, não temos qualquer dúvida de que não há diferenças nos valores de rácios entre MD e MND.

4. Efeitos dos programas de treino compensatórios na flexibilidade dos rotadores dos ombros e na força de prensão manual

Tal como foi referido na revisão de literatura, existe ainda uma discrepância sobre o papel da flexibilidade nas lesões dos ombros (Beach *et al.*, 1992), assim sendo, o que se pretende com este capítulo é verificar se os programas de treino de força propostos influenciam de alguma forma a flexibilidade do complexo articular dos ombros. De referir que a amostra não foi submetida a qualquer programa de flexibilidade durante as 10 semanas.

Dividindo as avaliações em MD e MND, podemos verificar que em ambos os grupos, quer para a flexibilidade dos RE, quer dos RI, não houve diferenças significativas em nenhum dos membros. Para o MD, os dois grupos diminuíram os valores da flexibilidade dos RE e dos RI, do início para as 10 semanas. Para o MND houve uma grande diminuição nos valores de flexibilidade dos RE em ambos os grupos, mas apenas o grupo terra teve uma diminuição significativa de -14.95%, e o grupo terra apresentou um aumento na flexibilidade dos RI em 3.10%, mas não foi um valor estatisticamente significativo.

Com os resultados apresentados, podemos afirmar que ambos os programas de treino de força compensatório não influenciam os níveis de flexibilidade dos rotadores dos ombros, exceto na flexibilidade dos RE no MND do grupo terra, onde se verificou uma diferença significativa do início para as 10 semanas, contribuindo para uma diminuição dos valores em -14.95%. Poderá ser realizada mais investigação nesta área, compreendendo os programas de treino de força compensatórios e um programa de flexibilidade para os rotadores dos ombros.

No que diz respeito à força de prensão manual, em ambos os grupos houve um aumento, embora não seja estatisticamente significativo, na força de prensão manual, em ambos os membros, do início para as 10 semanas, sendo que esses valores são ligeiramente superiores no grupo terra quando comparado com o grupo água. Verificou-

se apenas um aumento (2.45%) significativo da força de preensão manual no MD do grupo terra.

Com base nos resultados apresentados, podemos concluir que apenas o programa de treino de força compensatório em seco teve efeitos positivos na força de preensão manual no MD, pois verificaram-se diferenças estatisticamente significativas do início para as 10 semanas (2.45%), quando comparados com o programa de força realizado pelo grupo água.

5. Limitações do estudo

No decorrer desta investigação, durante a aplicação dos protocolos de avaliação e posterior análise e discussão dos resultados, deparámo-nos com algumas limitações, as quais gostaríamos de expor:

Tendo em conta que a amostra foi por conveniência e ser constituída por um pequeno número de atletas, tendo mais elementos do sexo masculino do que do sexo feminino, e pertencentes a uma faixa etária específica (escalão infantil ou juvenil), os resultados não podem ser generalizados, apenas podem ser utilizados para uma população com as mesmas características.

Outra limitação é o posicionamento que foi utilizado durante as avaliações isocinéticas. Estas avaliações foram realizadas numa posição sentada, e que não é uma posição específica da natação, sendo mais apropriada uma posição em decúbito ventral mas, tal como foi referido na revisão de literatura, o instrumento utilizado não permite a realização das avaliações em decúbito ventral.

A última limitação encontrada foi a não habitual utilização do aparelho isocinético por parte dos nadadores, bem como da não habitual utilização do instrumento de avaliação da flexibilidade por parte do examinador. Para combater estes dois aspetos, foi permitida, aos atletas, a realização de algumas repetições prévias para se poderem acostumar ao aparelho de avaliação, pelo menos na primeira avaliação, e ao examinador, a realização de algumas avaliações prévias.

CAPÍTULO VI – CONCLUSÕES

CAPÍTULO VI – CONCLUSÕES

As principais conclusões a que chegamos foram as seguintes:

1. O programa de treino tradicional (em seco) foi aquele em que os resultados foram efetivamente melhores logo, em aplicações práticas, se os treinadores desejarem aumentar os níveis de força e o equilíbrio muscular dos seus atletas, bem como aumentar a resistência muscular dos RE, devem utilizar um programa de treino semelhante ao que o grupo terra realizou.
2. Ambos os programas de treino de força realizados, com um período de intervenção de 10 semanas, não apresentaram quaisquer efeitos ao nível do equilíbrio muscular dos rotadores entre MD e MND.
3. Por último, de uma forma geral, os dois programas de treino de força não tiveram efeitos, quer na flexibilidade dos rotadores, quer na força de preensão manual.

CAPÍTULO VII – BIBLIOGRAFIA

CAPÍTULO VII – BIBLIOGRAFIA

- Ache Dias, J., Ovando, A. C., Kulkamp, W., & Junior, N. G. (2010). Força de preensão palmar: métodos de avaliação e factores que influenciam a medida. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 12(3), 209-216.
- Amatuzzi, M. M., Terreri, A. S., & Greve, J. M. (2001). Avaliação isocinética no joelho do atleta. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 7(2), 62-66.
- Bak, K. (1996). Nontraumatic glenohumeral instability and coracoacromial impingement in swimmers. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 6, 132-144.
- Bak, K., & Magnusson, S. P. (1997). Shoulder strength and range of motion in symptomatic and pain-free elite swimmers. *American Journal of Sports Medicine*, 25(4), 454-459.
- Balogun, J. A., Akomolafe, C. T., & Amusa, L. O. (1991). Grip strength: effects of testing posture and elbow position. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 72, 280-283.
- Bartlett, L. R., Storey, M. D., & Simons, B. D. (1989). Measurement of upper extremity torque production and its relationship to throwing speed in the competitive athlete. *American Journal of Sports Medicine*, 17(1), 89-91.
- Batalha, N. M., Raimundo, A. M., Tomas-Carus, P., Fernandes, O. J., Marinho, D. A., & Silva, A. J. (2012). Shoulder rotator isokinetic strength profile in young swimmers. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 14(5), 545-553.
- Batalha, N. M., Raimundo, A. M., Tomas-Carus, P., Barbosa, T. M., & Silva, A. J. (2013). Shoulder rotator cuff balance, strength, and endurance in young swimmers during a competitive season. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(9), 2562-2568.

- Beach, M. L., Whitney, S. L., & Dickoff-Hoffman, S. (1992). Relationship of shoulder flexibility, strength, and endurance to shoulder pain in competitive swimmers. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 16(6), 262-268.
- Beneka, A., Malliou, P., Giannakopoulos, K., Kyrialanis, P., & Godolias, G. (2002). Different training modes for the rotator cuff muscle group. A comparative study. *Isokinetics and Exercise Science*, 10(2), 73-79.
- Bertuzzi, R. C., Franchini, E., & Kiss, M. A. (2005). Análise da força e da resistência de preensão manual e as suas relações com variáveis antropométricas em escaladores esportivos. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 13(1), 87-93.
- Blanch, P. (2004). Conservative management of shoulder pain in swimming. *Physical Therapy in Sport*, 5(3), 109-124.
- Brown, L. E. (2000). Isokinetics exercise and Human Performance. *National Strength & Conditioning Association*, 22(4), 53-54.
- Busso, G. L. (2004). Proposta Preventiva para Laceração no Manguito Rotador de Nadadores. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 12(3), 39-45.
- Byram, I. R., Bushnell, B. D., Dugger, K., Charron, K., Harrell, F. E., Jr., & Noonan, T. J. (2010). Preseason shoulder strength measurements in professional baseball pitchers: identifying players at risk for injury. *American Journal of Sports Medicine*, 38(7), 1375-1382.
- Cartucho, A. & Espregueira-Mendes, J. (coord.) (2009). *O ombro*. Lisboa: Lidel.
- Cingel, R., Kleinrensinkb, G., Mulderc, P., Bied, R., & Kuiperse, H. (2007). Isokinetic strength values, conventional ratio and dynamic control ratio of shoulder rotator muscles in elite badminton players. *Isokinetics and Exercise Science*, 15(4), 287-293.
- Damsgaard, R., Bencke, J., Matthiesen, G., Petersen, J. H., & Muller, J. (2000). Is prepubertal growth adversely affected by sport? *Medicine & Science in Sports and Exercise*, 32(10), 1698-1703.

- Dark, A., Ginn, K. A., & Halaki, M. (2007). Shoulder muscle recruitment patterns during commonly used rotator cuff exercises: an electromyographic study. *Physical Therapy, 87*(8), 1039-1046.
- Drouin, J. M., Valovich-mcLeod, T. C., Shultz, S. J., Gansneder, B. M., & Perrin, D. H. (2004). Reliability and validity of the Biodex system 3 pro isokinetic dynamometer velocity, torque and position measurements. *European Journal of Applied Physiology, 91*(1), 22-29.
- Edouard, P., Calmels, P. & Degache, F. (2009). The effect of gravitational correction on shoulder internal and external rotation strength. *Isokinetics and Exercise Science, 17*(1), 35-39.
- Edouard, P., Codine, P., Samozino, P., Bernard, P. L., Hérisson, C., & Gremeaux, V. (2013). Reliability of shoulder rotators isokinetic strength imbalance measured using the Biodex dynamometer. *Journal of Science and Medicine in Sport, 16*, 162-165.
- Ellenbecker, T. S., & Roetert, E. P. (1999). Testing isokinetic muscular fatigue of shoulder internal and external rotation in elite junior tennis players. *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy, 29*(5), 275-281.
- Ellenbecker, T. S., & Davies, G. J. (2000). The Application of Isokinetics in Testing and Rehabilitation of the Shoulder Complex. *Journal of Athletic Training, 35*(3), 338-350.
- Ellenbecker, T. S., & Roetert, E. P. (2003). Age specific isokinetic glenohumeral internal and external rotation strength in elite junior tennis players. *Journal of Science and Medicine in Sport, 6*(1), 63-70.
- Enoka, R. M. (2008). *Neuromechanics of human movement*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Erlandson, M. C., Sherar, L. B., Mirwald, R. L., Maffulli, N., & Baxter-Jones, A. D. (2008). Growth and Maturation of Adolescent Female Gymnasts, Swimmers, and Tennis Players. *Medicine & Science in Sports and Exercise, 40*(1), 34-42.

- Falkel, J. E., Murphy, T. C., & Murray, T. F. (1987). Prone positioning for testing shoulder internal and external rotation on the Cybex II isokinetic dynamometer. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 8(7), 368-370.
- Figueiredo, I. M., Sampaio, R. F., Mancini, M. C., Silva, F. C., & Souza, M. A. (2007). Testo f grip strength using the jamar dynamometer. *Acta Fisiátrica*, 14(2), 104-110.
- Garrido, N. D., Silva, A. J., Barbosa, T. M., Fernandes, R. J., Costa, A. M., Marinho, D. A., & Marques, M. C. (2012). High level swimming performance and its relation to non-specific parameters: A cross-sectional study on maximum handgrip isometric strength. *Perceptual and Motor Skills*, 114(3):936-948.
- Gozlan, G., Bensoussan, L., Coudreuse, J. M., Fondarai, J., Gremeaux, V., Viton, J. M., *et al.* (2006). Isokinetic dynamometer measurement of shoulder rotational strength in healthy elite athletes (swimming, volley-ball, tennis): comparison between dominant and nondominant shoulder. *Annales de readaptation et de medecine physique*, 49(1), 8-15.
- Greipp, J.F. (1985). Swimmer's shoulder: Influence of flexibility and weight training. *The Physician and Sportsmedicine*, 13(8):92-105.
- Ihara, F. R., Cevalles, M., & Pinto, S. S. (2000). Avaliação muscular isocinética da musculatura abduutora e adutora de coxa em atletas de natação do estilo peito. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 6(3), 93-98.
- Ikemoto, Y., Demura, S., Yamaji, S., Minami, M., Nakada, M., & Uchiyama, M. (2007). Force-time parameters during explosive isometric grip correlate with muscle power. *Sport Science for Health*, 2(2), 64-70.
- Ivanović, J., & Dopsaj, M. (2010). Fuctional dimorphism and characteristics of maximal hand grip force in top level female athletes. *Collegium Antropologicum*, 36(4), 1231-1240.
- Johnson, J. Musculoskeletal injuries in competitive swimmers. (1987). *Mayo Clinic Proceedings*, 62, 289-304.

- Johnson, J. N. (2003). Stronger shoulders for swimmers. *The Physician and Sportsmedicine*, 31(1), 47-48.
- Johnson, J. N., Gauvin, J., & Fredericson, M. (2003). Swimming biomechanics and injury prevention. *The Physician and Sports Medicine*, 31(1), 41-48.
- Kennedy, J.C., Hawkins, R., & Krissoff, W. B. (1978). Orthopaedic manifestations of swimming. *American Journal of Sports Medicine*, 6, 306-322.
- Khamis, H. J., & Roche, A. F. (1994). Predicting adult stature without using skeletal age: the Khamis-Roche method. *Pediatrics*, 94(4), 504-507.
- Kluemper, M., & Hazelrigg, H. (2006). Effect of stretching and strengthening shoulder muscles on forward shoulder posture in competitive swimmers. *Journal of Sport Rehabilitation*, 15(1), 58-70.
- Kuzala, E. A., & Vargo, M. C. (1991). The relationship between elbow position and grip strength. *The American Journal of Occupational Therapy*, 46(6), 509-512.
- Linde, F. J., & Turmo, A. (2011). Isokinetic comparison of the rotator cuff between waterpolo and tennis players. *Revista Română De Kinetoterapie*, 17(27).
- Magalhães, J., Oliveira, J., Ascensão, A., & Soares, J. M. (2001). Avaliação isocinética da força muscular de atletas em função do desporto praticado, idade, sexo e posições específicas. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 1(2), 13-21.
- Maglischo, E. W. (2003). *Swimming fasted, The essential reference on technique, training, and program design*. Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers, Inc.
- Malcarney, H. L., & Murrell, G. A. (2003). The rotator cuff – biological adaptations to its environment. *Sports Med*, 33(13), 993-1002.
- Malliou, P. C., Giannakopoulos, K., Beneka, A. G., Gioftsidou, A., & Godolias, G. (2004). Effective ways of restoring muscular imbalances of the rotator cuff muscle group: a comparative study of various training methods. *British Journal of Sports Medicine*, 38(6), 766-772.

- Mandalidis, D. G., Donne, B., O'Regan, M., & O'Brien, M. (2001). Reliability of isokinetic internal and external rotation of the shoulder in the scapular plane. *Isokinetics and Exercise Science, 9*, 65-72.
- Massy-Westropp, N., Gill, T. K., Taylor, A. W., Bohannon, R. W., & Hill, C. L. (2011). Hand Grip strength: age and gender stratified normative data in a population-based study. *BioMed Central Research Notes, 4*, 127.
- Mathiowetz, V., Wiemer, D. M., & Federman, S. M. (1986). Grip and pinch strength: norms for 6 to 19-year-olds. *The American Journal of Occupational Therapy, 40*(10), 705-711.
- McMaster, W.C. (1986) Anterior glenoid labrum damage: A painful lesion in swimmers. *American Journal of Sports and Medicine, 14*, 383-387
- Mendonça, L. M., Bittencourt, N. F., Anjos, M. T., Silva, A. A., & Fonseca, S. T. (2010). Avaliação muscular isocinética da articulação do ombro em atletas da seleção brasileira de voleibol sub-19 e sub-21 masculino. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 16*(2), 107-111.
- O'Donnell, C. J., Bowen, J., & Fossati, J. (2005). Identifying and managing shoulder pain in competitive swimmers. How to minimize training flaws and other risks. *The Physician and SportsMedicine, 33*(9), 27-35.
- Page, P., Labbe, A., & Topp, R. V. (2000). Clinical force production of thera-band® elastic bands. *Journal of Orthopedic & Sports Physical Therapy, 30*(1), 47-48.
- Paixão, D. O., Akutsu, M. L., & Pinto, S. S. (2004). Avaliação isocinética da média de torque e potência em flexores e extensores de joelhos relacionando o posicionamento em campo, idade e membro dominante em atletas de futebol profissional. *Reabilitar, 6*(24), 10-20.
- Pedegana, L. R., Elsner, R. C., Roberts, D., Lang, J., & Farewell, V. (1982). The relationship of upper extremity strength to throwing speed. *American Journal of Sports Medicine, 10*(6), 352-354.

- Perrin, D. H., Hellwig, E.V., Tis, L.L., & Shenk, B.S. (1992). Effect of gravity correction on shoulder average force and reciprocal muscle group ratios. *Isokinetics and Exercise Science*, 2, 30-33.
- Prezarat-Correia, P. (2010). Perfil muscular do ombro de atletas praticantes de ações de lançamento. *Revista Portuguesa de Fisioterapia no Desporto*, 4(1), 34-42.
- Ramsi, M., Swanik, K. A., Swanik, C., Straub, S., & Maltacola, C. (2004). Shoulder-rotator strength of high school swimmers over the course of a competitive season. *Journal of Sport Rehabilitation*, 13(1), 9-18.
- Reilly, M. F., Kame, V. D., Termin, B., Tedesco, M. E., & Pendergast, D. R. (1990). Relationship between freestyle swimming speed and stroke mechanics to isokinetic muscle function. *Journal of swimming research*, 6(3), 16-21.
- Reinold, M. M., Wilk, K. E., Fleisig, G. S., Zheng, N., Barrentine, S. W., Chmielewski, T., *et al.* (2004). Electromyographic analysis of the rotator cuff and deltoid musculature during common shoulder external rotation exercises. *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy*, 34(7), 385-394.
- Richards, L. G., Olson, B., & Palmiter-Thomas, P. (1995). How forearm position affects grip strength. *The American Journal of Occupational Therapy*, 50(2), 133-138.
- Richardson, A. B., Jobe, F. W., & Collins, H. R. (1980). The shoulder in competitive swimming. *American Journal Sports Medicine*, 8(3), 159-163.
- Riemann, B. L., Witt, J., & Davies, G. J. (2011). Glenohumeral joint rotation range of motion in competitive swimmers. *Journal of Sports Sciences*, 29(11), 1191-1199.
- Roberts, H. C., Denson, H. J., Martin, H.H. J., Patel, H. P., Syddall, H., Cooper, C., & Sayer, A. A. (2011). A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: towards a standardized approach. *Age and Ageing*, 40, 423-429.
- Rupp, S., Berninger, K., & Hopf, T. (1995). Shoulder problems in high level swimmers-impingement, anterior instability, muscular imbalance? *International Journal of Sports Medicine*, 16(8), 557-562.

-
- Saccol, M. F., Gracitelli, G. C., Silva, R. T., Laurino, C. F., Fleury, A. M., Andrade, M. S., & Silva, A. C. (2009). Shoulder functional ratio in elite junior tennis players. *Physical Therapy in Sport, 11*, 8-11.
- Sande, L. P., Coury, H. J., Oishi, J., & Kumar, S. (2001). Effect of musculoskeletal disorders on prehension strength. *Applied Ergonomics, 32*(6), 609-616.
- Schneider, P., & Meyer, F. (2005). Avaliação antropométrica e da força muscular em nadadores pré-púberes e púberes. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 11*(4), 209-213.
- Scoville, C. R., Arciero, R. A., Taylor, D. C., & Stoneman, P. D. (1997). End range eccentric antagonist/concentric agonist strength ratios: a new perspective in shoulder strength assessment. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 25*(3), 203-207.
- Seifert, L., Chollet, D., & Bardy, B. G. (2004). Effect of swimming velocity on arm coordination in the front crawl: a dynamic analysis. *Journal of Sports Sciences, 22*, 651-660.
- Su, C., Lin, J., Chien, K., & Sung, Y. (1994). Grip strength in different positions of elbow and shoulder. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 75*, 812-815.
- Swanik, K. A., Swanik, C. B., Lephart, S. M., & Huxel, K. (2002). The effect of functional training on the incidence of shoulder pain and strength in intercollegiate swimmers. *Journal of Sport Rehabilitation, 11*(2), 140-154.
- Tredgett, M. W., & Davis, T. R.. (2000). Rapid repeat testing of grip strength for detection of faked hand weakness. *Journal of Hand Surgery, 25*(4), 372-375.
- Treiber, F. A., Lott, J., Duncan, J., Slavens, G., & Davis, H. (1998). Effects of Theraband and lightweight dumbbell training on shoulder rotation torque and serve performance in college tennis players. *American Journal of Sports Medicine, 26*(4), 510-515.

- Wanivenhaus, F., Fox, A. J., Chaudhury, S., & Rodeo, S. A. (2012). Epidemiology of injuries and prevention strategies in competitive swimmers. *Sports Health, 4*(3), 246-251
- Warner, J. J., Micheli, L. J., Arslanian, L. E., Kennedy, J., & Kennedy, R. (1990). Patterns of flexibility, laxity, and strength in normal shoulders and shoulders with instability and impingement. *American Journal of Sports Medicine, 18*(4), 366-375.
- Weldon, E. J., & Richardson, A. B. (2001). Upper extremity overuse injuries in swimming. A discussion of swimmer's shoulder. *Clinical Sports Medicine, 20*(3), 423-438.
- West, D., Sole, G., & Sullivan, S. J. (2005). Shoulder external- and internal-rotation isokinetic strength in master's swimmers. *Journal of Sport Rehabilitation, 14*(1), 12-19.
- Wilk, K. (1991). Isokinetic testing - Setup and Positioning. In *Biodex System II Manual, Applications/Operations*, Biodex System, Inc, New York, USA.
- Yanai, T., & Hay, J. G. (2000). Shoulder impingement in front-crawl swimming: II. Analysis of stroking technique. *Medicine Science in Sports & Exercise, 32*(1), 30-40.

ANEXOS

ANEXO 1

AUTORIZAÇÕES

(Clubes e Encarregados de Educação dos atletas)

Pedido de Autorização

Tendo por base a intenção de efetuar um projeto de investigação para a realização de uma tese de mestrado na Universidade de Évora, vimos desta forma solicitar a colaboração da vossa instituição para a referida investigação.

Considerando que na Natação Pura Desportiva é muito frequente as lesões nos ombros, e com objetivo geral de poder contribuir para a evolução do conhecimento nesta área, principalmente ao nível da prevenção das lesões nos ombros dos nadadores, propomo-nos, aqui, avaliar os efeitos de um período de treino e do treino de compensação nos níveis de força muscular dos rotadores internos e rotadores externos dos ombros em jovens nadadores.

Para que possamos alcançar o objetivo supracitado, pretendemos avaliar nadadores infantis e juvenis, masculinos e femininos, ao nível das possíveis descompensações existentes entre os músculos dos ombros, em 3 momentos distintos (início da época, ao fim de 8 ou 12 semanas, e uma última ao fim de 4 semanas). Serão avaliados os níveis de flexibilidade dos rotadores internos e externos dos ombros, bem como os níveis de força dos mesmos.

Os dados recolhidos serão de extrema importância, quer para o estudo que pretendemos realizar, quer para prevenir eventuais lesões associadas.

Vimos, então, solicitar a colaboração do vosso clube, de forma a autorizar-nos a recolher dados junto dos vossos nadadores infantis e juvenis.

Comprometemo-nos, desde já, a conciliar as avaliações e os momentos em que ocorrem com os técnicos responsáveis, para que não exista qualquer incompatibilidade entre as mesmas e os treinos dos nadadores implicados no estudo.

Agradecemos desde já a atenção despendida.

_____, ____ de _____ de 2012

O Presidente do Clube

O Responsável pela Investigação

(Sónia Dias)

Pedido de Autorização

Tendo por base a intenção de efetuar um projeto de investigação para a realização de uma tese de mestrado na Universidade de Évora, vimos desta forma solicitar a colaboração da vossa instituição para a referida investigação.

Considerando que na Natação Pura Desportiva é muito frequente as lesões nos ombros, e com objetivo geral de poder contribuir para a evolução do conhecimento nesta área, principalmente ao nível da prevenção das lesões nos ombros dos nadadores, propomo-nos, aqui, avaliar os efeitos de um período de treino e do treino de compensação nos níveis de força muscular dos rotadores internos e rotadores externos dos ombros em jovens nadadores.

Para que possamos alcançar o objetivo supracitado, pretendemos avaliar nadadores infantis e juvenis, masculinos e femininos, ao nível das possíveis descompensações existentes entre os músculos dos ombros, em 3 momentos distintos (início da época, ao fim de 8 ou 12 semanas, e uma última ao fim de 4 semanas). Serão avaliados os níveis de flexibilidade dos rotadores internos e externos dos ombros, bem como os níveis de força dos mesmos. Estas avaliações serão feitas na Universidade de Évora, onde estão os instrumentos necessários para a realização das mesmas.

Este projeto será controlado pelo Prof. Dr. Nuno Batalha.

Vimos, então, pedir a sua colaboração, agradecendo desde já a disponibilidade e participação neste projeto de investigação e garantimos confidencialidade dos dados e o uso exclusivo dos mesmos para fins académicos e científicos.

Eu, _____, portador do BI nº _____
declaro que li e compreendi as características do projeto exposto, e autorizo o meu
educando _____ a colaborar no estudo
mencionado.

_____, _____ de _____ de 2012

Assinatura: _____

Nº Contato (telemóvel): _____