

Universidade de Évora
Mestrado em Treino Desportivo



Dissertação

ESTUDO PILOTO

**EFEITOS DO TREINO COMPENSATÓRIO ESPECÍFICO NA FORÇA DOS
ROTADORES INTERNOS E EXTERNOS DOS OMBROS EM JOVENS
NADADORAS DE NATAÇÃO SINCRONIZADA**

Orientador: Prof. Dr. António Silva

Co-Orientador: Prof. Dr. Nuno Batalha

Autor: Carla Patrícia Fadista Romaneiro

2012

“A essência do conhecimento consiste em aplicá-lo, uma vez possuído.”

(Confúcio)

Agradecimentos

Não será possível enumerar todos os que me ajudaram a crescer enquanto pessoa e enquanto profissional do treino. Limito-me, por isso, a referir apenas alguns que me incentivaram e ajudaram a realizar este mestrado, sem que as omissões representem menos valorização pelos outros.

Agradeço:

A todos os professores de Mestrado pela disponibilidade manifestada e pelos saberes e competências que em mim desenvolveram;

Aos colegas de Mestrado, pelo bom relacionamento e pelas aprendizagens partilhadas;

Aos meus orientadores Dr. Nuno Batalha e Dr. António Silva, agradeço toda a disponibilidade e interesse demonstrado.

À minha família, particularmente aos meus pais pela educação que me deram e pelo apoio em todas as decisões que tive que tomar.

Ao Domingos, pelo apoio prestado quer na concretização da tese quer a nível pessoal, e ao Tiago que me arrancou do computador inúmeras vezes, mas cujo tempo passado com ele serviu para descontrair e para recarregar baterias para voltar ao trabalho.

À Ana Carrageta e às "Minha Meninas" que todos os dias me motivam e incentivam a procurar as melhores opções de treino, muito particularmente aquelas que participaram ativamente neste estudo, Madalena C., Raquel G., Carlota, Madalena M., Ana P., Maria, Ana Margarida C., Filipa, Catarina, Raquel C., Ana C., Sara, Andreia, Ana D., Carolina, Leonor, Ana Margarida V., Patrícia.

Resumo

O objetivo deste estudo é avaliar a existência de desequilíbrios musculares entre os rotadores dos ombros de nadadoras de sincronizada e verificar se o trabalho de força compensatório específico poderá minimizar as diferenças. A amostra foi constituída por 18 nadadoras divididas em dois grupos: grupo experimental, (N = 10) que realiza treino normal de água e trabalho compensatório, e o grupo de controlo (N = 8) que realizavam apenas o treino de água.

Foram aplicados protocolos para avaliar as seguintes variáveis: a força máxima (3 repetições a 60°/s), e a força resistente (20 repetições a 180°/s) nos ombros, com a utilização de um dinamómetro isocinético (*Biodex System 3*). Concluimos que não existem desequilíbrios musculares ao nível dos rotadores do ombro, nem diferenças nos rácios entre os 2 membros. O programa de treino compensatório não promoveu alterações significativas nas variáveis estudadas. O destreino parece ter efeitos ao nível dos RE no MD.

Palavras-chave: Ombro, Rotação externa, Rotação interna, Equilíbrio muscular, Avaliação isocinética, Natação Sincronizada.

Compensatory effects of training in rotators internal and external of shoulder level in synchronized swimming young swimmers

Abstract

The purpose of this study is to evaluate the existence of muscular imbalances between the shoulder's rotators of synchronized swimmers and if the specific compensatory work force minimizes the afore mentioned differences. The research sample consisted of 18 swimmers divided into two distinct groups: the training group (N = 10), performing normal water training and compensatory work force and the control group (N = 8), performing only the water training. In this study were applied protocols to evaluate the following variables: the maximum strength (three 60°/s repetitions) and the resistance strength (twenty repetitions of 180°/s) on the shoulders, using an isokinetic dynamometer (*Biodex System 3*). We concluded that there are no muscular imbalances at the shoulder's rotators level nor differences in the ratios between both shoulders. The strength compensatory training did not promoted significant changes in the studied variables. Untraining seems to have effects at ER level of the DS.

Key-words: Shoulder, Internal rotation, External rotation, muscle balance, Isokinetic evaluation, Synchronized swimming.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	ii
RESUMO	lii
ABSTRACT	iv
CAPITULO I – INTRODUÇÃO	2
1. Enquadramento do problema	3
2. Definição do problema	6
3. Objetivos	8
3.1. Objetivos gerais.....	8
3.2. Objetivos específicos	8
CAPÍTULO II – REVISÃO DA LITERATURA	11
1. Natação Sincronizada	11
1.1. Caracterização da disciplina	11
1.2. Componentes técnicas da natação sincronizada.....	13
1.2.1. Técnicas de Nado	13
1.2.2. Retropedalagem	14
1.2.3. Remadas	15
1.2.3.1. Tipos de remadas	16
2. Lesões no ombro e prevenção	19
2.1. Lesões no desporto.....	19
2.2. Treino de força compensatório dos músculos rotadores do ombro.....	22
2.3. Efeitos do destreino de um programa de força compensatório dos músculos rotadores do ombro.....	24
3. Avaliação da força isocinética do complexo articular do ombro.....	26
3.1. Dinamómetros utilizados nas avaliações isocinéticas	26
3.2. Posição de avaliação.....	28
3.3. Velocidade angular e número de repetições	29
3.4. Parâmetros de Análise	30
3.4.1. <i>Peak torque</i>	30
3.4.2. Relação de equilíbrio agonista/antagonista	31
3.4.3. Índice de fadiga	32
3.4.4. Comparações bilaterais	33
3.4.5. Utilização de valores normativos	34
3.4.6. Correção do efeito da gravidade	34
CAPÍTULO III- METODOLOGIA	37
1. Amostra.....	37
1.1. Caracterização do plano de treino da amostra.....	38
2. Procedimentos.....	40

2.1. Avaliação de força isocinética dos rotadores do ombro.....	40
2.1.1. Instrumento, posição, velocidade e protocolos de avaliação utilizados....	41
2.1.2. Variáveis de estudo.....	44
2.2. Programa de treino de força compensatório para rotadores dos ombros.....	45
2.3. Período de destreino.....	47
2.4. Avaliação maturacional.....	47
3. Tratamento Estatístico.....	48
CAPÍTULO IV- APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	51
1.Caracterização do perfil de força isocinética dos rotadores dos ombros antes do período de intervenção.....	51
2. Efeitos de um período de treino compensatório na força e fadiga dos rotadores dos ombros e respetivos rácios unilaterais.....	52
3. Efeitos do destreino relativo ao programa de treino compensatório na força e fadiga dos rotadores dos ombros e respetivos rácios unilaterais.....	55
4. Comparação dos valores de rácios (RE/RI) entre Membro dominante e não dominante, durante os 3 momentos de avaliação.....	58
CAPÍTULO V - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	61
1.Caracterização do perfil de força isocinética dos rotadores dos ombros antes do período de intervenção.....	61
2. Efeitos de um período de treino compensatório na força e fadiga dos rotadores dos ombros e respetivos rácios unilaterais.....	63
3. Efeitos do destreino relativo ao programa de treino compensatório na força e fadiga dos rotadores dos ombros e respetivos rácios unilaterais.....	66
4. Comparação dos valores de rácios (RE/RI) entre Membro dominante e não dominante, durante os 3 momentos de avaliação.....	67
5. Limitações do estudo.....	68
CAPÍTULO VI – CONCLUSÕES.....	71
CAPÍTULO VII – IMPLICAÇÕES DO ESTUDO NO TREINO EM NATAÇÃO SINCRONIZADA E PERSPETIVAS DE INVESTIGAÇÃO FUTURA.....	73
1. Implicações do estudo no treino em natação Sincronizada.....	73
2. Perspetivas de investigação futura.....	74
BIBLIOGRAFIA.....	76
ANEXOS.....	X

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1:	Tempo limite de cada prova	13
Quadro 2:	Apresentação dos parâmetros de caracterização da amostra (média ± desvio padrão)	38
Quadro 3:	Tempo de treino	38
Quadro 4:	Caracterização da amostra antes da intervenção através das médias e respectivos desvios padrão (DP), <i>Peak torques</i> (Nm) , Rácios RE/RI (%) e índice de fadiga	51
Quadro 5:	Efeitos do treino de força compensatório nos <i>Peak torques</i> (Nm) das rotações internas e externas do membro dominante e respectivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 60°/s. Resultados antes da intervenção e após 9 semanas de treino compensatório.	52
Quadro 6:	Efeitos do treino de força compensatório nos <i>Peak torques</i> (Nm) das rotações internas e externas do membro não dominante e respectivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 60°/s. Resultados antes da intervenção e após 9 semanas de treino compensatório.	53
Quadro 7:	Efeitos do treino de força compensatório nos <i>Peak torques</i> (Nm) das rotações internas e externas do membro dominante e respectivos rácios RE/RI (%) e índices de fadiga à velocidade angular de 180°/s. Resultados do início da intervenção e após as 9 semanas.	54
Quadro 8:	Efeitos do treino de força compensatório nos <i>Peak torques</i> (Nm) das rotações internas e externas do membro não dominante e respectivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 180°/s. Resultados do início da intervenção e após as 9 semanas.	55
Quadro 9:	Efeitos do destreino nos <i>Peak torques</i> (Nm) das rotações internas e externas do membro dominante e respectivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 60°/s. Resultados do fim da intervenção e após 3 semanas.	56
Quadro 10:	Efeitos do destreino nos <i>Peak torques</i> (Nm) das rotações internas e externas do membro não dominante e respectivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 60°/s. Resultados do fim da intervenção e após 3 semanas.	56
Quadro 11:	Efeitos do destreino nos <i>Peak torques</i> (Nm) das rotações internas e externas do membro dominante e respectivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 180°/s. Resultados do fim da intervenção e após 3 semanas..	57
Quadro 12:	Efeitos do destreino nos <i>Peak torques</i> (Nm) das rotações internas e externas do membro não dominante e respectivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 180°/s. Resultados do fim da intervenção e após 3 semanas.	58
Quadro 13:	Comparação dos rácios RE/RI entre membro dominante e não dominante ao longo dos 3 momentos de avaliação. Resultados obtidos com o protocolo de 3 repetições a 60°/s.	59
Quadro 14:	Comparação dos rácios RE/RI entre membro dominante e não dominante ao longo dos 3 momentos de avaliação. Resultados obtidos com o protocolo de 20 repetições a 180°/s	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Retro pedalagem	14
Figura 2:	Remada Standard	16
Figura 3:	Remada Contra-Standard	17
Figura 4:	Remada Assimétrica	17
Figura 5:	Remada Americana	18
Figura 6:	Dinamómetro isocinético	26
Figura 7:	Porcentagem de tempo atribuído a cada componente do treino	39
Figura 8:	Organização do volume mensal referente às técnicas de nado e técnicas específicas possíveis de contabilizar em metros.	40
Figura 9:	Diagrama representativo do desenho da situação experimental	41
Figura 10:	Posição inicial da avaliação isocinética	42
Figura 11:	1º Exercício do programa de força compensatório. A- posição inicial; B - posição final	46
Figura 12:	2º Exercício do programa de força compensatório. A- posição inicial; B - posição final	46
Figura 13:	3º Exercício do programa de força compensatório. A- posição inicial; B - posição final	47

ABREVIATURAS e TERMOS

%EMP - Percentagem da estatura matura predita

EMP - Estatura matura predita

MD – Membro dominante

MND – Membro não dominante

NS – Natação Sincronizada

Rácio RE/RI - Rácio entre rotadores externos e rotadores internos

RE - Rotadores externos

RI - Rotadores internos

PT – *Peak torque*

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

1. Enquadramento do problema
 2. Definição do problema
 3. Objetivos e Hipóteses de estudo
 - 3.1. Objetivos gerais
 - 3.2. Objetivos específicos
-

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

O Desenvolvimento deste trabalho acenta na convicção de que uma caracterização dos níveis de força e equilíbrio muscular dos rotadores do complexo articular do ombro, bem como a implementação de um programa de treino de força específico com objetivos preventivos, poderão ter uma importância decisiva na redução de lesões ao nível do ombro, e consequentemente, na melhoria da prestação desportiva

A investigação científica tem dedicado alguma atenção ao problema do equilíbrio muscular agonista-antagonista dos rotadores dos ombros em diversas modalidades. No caso da natação sincronizada, constatámos que não existem estudos área.

O que pretendemos com este trabalho é contribuir para o desenvolvimento do conhecimento na área da natação sincronizada, sobretudo ao nível do efeito do treino compensatório específico na força dos rotadores internos (RI) e rotadores externos (RE) dos ombros, esperando que de alguma forma possamos contribuir para o evoluir do processo de treino.

Este trabalho está dividido em seis partes. Neste primeiro capítulo fazemos uma introdução ao tema, no qual será definido e enquadrado o problema de estudo e os objetivos.

Na segunda parte será efetuada a revisão de literatura. Este capítulo estará dividido em três temas. Na primeira parte efetuamos uma caracterização da natação sincronizada, onde são identificadas as ações de remadas.

No ponto dois identificamos as lesões mais comuns na natação sincronizada, nomeadamente ao nível dos rotadores do ombro.

No terceiro ponto, abordaremos as questões da avaliação da força isocinética no complexo articular do ombro.

O terceiro capítulo aborda as questões metodológicas, nele estão descritas a caracterização da amostra, os procedimentos adotados, o programa de treino compensatório de força aplicado e os procedimentos estatísticos utilizados.

No quarto capítulo são apresentados os resultados deste trabalho.

No quinto capítulo são discutidos os resultados do capítulo anterior, confrontando estes com os observados em estudos de outros autores tendo por base a revisão da literatura.

No capítulo 6 surgem as conclusões retiradas deste trabalho, apresentam-se as suas limitações e diversas recomendações para investigações futuras.

1. Enquadramento do problema

A exposição constante por parte de um atleta a situações desportivas, seja qual for o nível de performance, constitui um risco de ocorrência de lesões. O conceito que mais se aproxima da realidade da prática de atividades físicas foi proposto por Bennell e Crossley (1996) que definem as lesões músculo-esqueléticas como resultantes do treino ou competição dentro das várias modalidades, e suficientes para provocar alterações no treino, tais como frequência, forma, intensidade e duração.

O impacto das lesões no desporto é negativo, uma vez que o afastamento do atleta da prática regular interrompe o processo evolutivo de adaptações orgânicas adquiridas por meio do treino, resultando na diminuição de rendimento e, em alguns casos, levando à incapacidade permanente da prática desportiva.

A natação pode predispor os seus praticantes às lesões desportivas. Esta disciplina é muito popular, sendo indicada pela comunidade médica para a manutenção de bons níveis de saúde tanto do sistema cardiorrespiratório

quanto do músculo-esquelético. Contudo, e apesar de ser uma disciplina não traumática quando bem orientada, a sua prática competitiva tem mostrado alguns riscos, sobretudo ao nível do ombro. (Richardson, 1999; Wolf, Ebinger, Lawler & Britton, 2009; McMaster, 1999). Particularmente nas faixas etárias mais baixas, pode repercutir-se negativamente na integridade física do jovem, situação que poderá ser evitada se considerarmos o fator – prevenção.

A natação sincronizada é uma das disciplinas da natação, é uma atividade onde são executadas diversas formas de movimentos, estilos, deslocamentos, figuras e/ou combinações entre estes, executados por uma ou mais nadadoras. Estas encontram-se sincronizadas entre si e com o acompanhamento musical, de forma a obter um conjunto harmonioso e estético.

Para integrar um processo de treino desportivo nesta disciplina consideramos importante possuir um adequado conhecimento e controlo corporal, uma boa coordenação motora, um sentido de ritmo apurado, executar com correção as quatro técnicas de nado da natação pura e as várias técnicas de sincronizada, alcançar elevados níveis de resistência, flexibilidade e força durante a execução de tarefas motoras complexas, entre outras.

As remadas são movimentos característicos desta modalidade, as quais têm como objetivo garantir apoios à nadadora para que esta se consiga propulsionar e equilibrar no meio aquático. É na execução de remadas, nomeadamente na remada americana/suporte, que a articulação do ombro desempenha um papel fundamental e segundo Wenz (1980) é também ela a responsável pelas lesões ao nível do ombro na natação sincronizada.

A remada de suporte deverá ser realizada num movimento uniforme e a execução da força aplicada da mesma forma tanto no movimento exterior como no interior. Como o ombro se encontra em rotação externa poderíamos esperar encontrar desequilíbrios musculares ao nível dos rotadores internos e rotadores externos nas nadadoras. Contudo, a base desta disciplina é a

natação pura e mesmo nos escalões de formação as nadadoras poderão realizar cerca de 10000m por semana.

Segundo Byram *et al.* (2010), que avaliaram 114 jogadores de basebol durante 5 épocas desportivas, existe uma correlação significativa entre os valores de rácios RE/RI e a incidência de lesões ao nível do ombro.

Ao nível da natação pura existem algumas evidências de que quando comparamos nadadores com grupos de controlo (não nadadores), os primeiros apresentam rácios RE/RI menores (Bak & Magnusson, 1997; Noffal, 2003, Batalha, 2011; Batalha *et al.*, 2012), contudo ao nível da natação sincronizada não encontramos estudos que nos levem a pensar de uma ou de outra forma.

Relativamente aos possíveis efeitos de diversos tipos de treino compensatório específico dos músculos rotadores do ombro, foram efetuados alguns estudos que indiciam um aumento dos peak torque bem como uma melhoria no equilíbrio muscular RE/RI (Martins *et al.*, 2006; Beneka, Malliou, Giannakoulou, Kyrialanis & Godolias, 2002; Malliou, Giannakoulou, Beneka, Giftofidou & Godolias, 2004; Swanik *et al.*, 2002; McCarrick & Kemp, 2000; Batalha, 2011).

No entanto, também neste tema não encontramos referência ao treino compensatório em natação sincronizada.

Por outro lado são escassos os estudos que avaliam os efeitos do destreino, McCarrick & Kemp (2000) avaliaram os efeitos do destreino e concluíram que a força excêntrica é mais suscetível a uma regressão nos seus valores em comparação com a força concêntrica. No entanto, convém sublinhar que a amostra analisada contemplou apenas indivíduos não treinados. Batalha (2011) avaliou o efeito de um período de 16 semanas de ausência do treino de força compensatório nos músculos rotadores dos ombros, num grupo de nadadores e concluiu que houve uma redução da resistência muscular dos RE e um aumento do desequilíbrio ao nível dos rácios RE/RI.

Assim sendo ficam algumas questões por resolver:

- 1) Será que existem desequilíbrios de produção de força entre os músculos rotadores dos ombros em nadadoras de natação sincronizada?
- 2) Será que o trabalho de força compensatório específico poderá minimizar ou até mesmo debelar as mencionadas diferenças, podendo ser utilizado como forma de prevenção de lesões, promovendo a saúde das atletas?
- 3) Será que a ausência do trabalho de força compensatório poderá influenciar o equilíbrio e força muscular dos rotadores dos ombros?

Com efeito, pensamos que, pelo descrito anteriormente, se justifica a elaboração de um trabalho de investigação, que tente responder às questões anteriores. É o que nos propomos fazer com a realização do presente estudo.

2. Definição do problema

A natação sincronizada pode predispor os seus praticantes às lesões desportivas. Segundo Junge *et al.* (2009) a natação sincronizada foi considerada um desporto com baixo risco de lesão, Chu (2005) determinou que uma das lesões músculo esqueléticas mais frequentes em natação sincronizada é a instabilidade multidirecional do ombro.

O conceito “ombro do nadador” (*swimming shoulder*) é um tipo específico de doença dolorosa comum em nadadores de competição, e segundo a literatura parece ser também um tipo específico de lesão na natação sincronizada. Uma das causas apontadas para esta lesão são os desequilíbrios musculares entre rotadores internos e rotadores externos do ombro.

A determinação de rácios pode dar-nos uma informação sobre o potencial risco de lesão. Ao nível do ombro podemos determinar o rácio entre rotadores externos e internos. Estes rácios têm sido utilizados quer entre membro dominante e não dominante quer entre os rotadores do mesmo ombro. É aceite pela comunidade científica que um decréscimo do valor de força concêntrica dos rotadores externos combinado com um aumento do mesmo valor dos rotadores internos dos ombros, leva a um menor valor do rácio entre ambos, podendo levar a um maior risco de lesão na articulação (Cingel, Kleinrensinkb, Mulderc, Bied & Kuiperse, 2007).

No que diz respeito aos possíveis efeitos de diversos tipos de treino específico para compensar os músculos rotadores do ombro, foram efetuados alguns estudos, embora nenhum deles tenha utilizado nadadoras de sincronizada na sua amostra.

Beneka *et al.* (2002) compararam a utilização de diferentes tipos de trabalho muscular, treino isocinético e treino com pesos livres, tendo concluído que nos dois grupos existiram melhorias significativas na capacidade de produção de força de ambos os grupos musculares de rotadores dos ombros, após 8 semanas de treino. Por outro lado, num estudo comparativo, Sugimoto & Blanpied (2006) analisaram os efeitos de 8 semanas de treino com elásticos e com uma vara flexível (*Bodyblade*) na força de rotadores internos e externos dos ombros. Os resultados apontam para ganhos significativos em ambos os grupos musculares mas apenas com o trabalho de elásticos.

Do nosso conhecimento, e apesar das evidências quanto aos benefícios do exercício sobre os ganhos de força e conseqüente diminuição dos desequilíbrios musculares nos rotadores dos ombros, nenhum estudo procurou investigar diretamente a existência de desequilíbrios musculares na disciplina de natação sincronizada, nem os efeitos do trabalho de força compensatório em jovens nadadoras.

3. Objetivos

3.1. Objectivos gerais

De uma forma geral, com este estudo, propomo-nos caracterizar os efeitos do treino compensatório específico na força dos rotadores internos e externos dos ombros em jovens nadadoras de natação sincronizada. Pretendemos assim contribuir para a prevenção de lesões ao nível do ombro, bem como para o desenvolvimento científico da natação sincronizada, através da recolha de dados que até então são inexistentes.

3.2. Objectivos específicos

- 1) Caraterizar o perfil de desenvolvimento muscular dos rotadores do ombro nas nadadoras de natação sincronizada da amostra.

- 2) Identificar os valores de rácio RE/RI nas nadadoras de natação sincronizada da amostra, caraterizando desta forma o equilíbrio/desequilíbrio muscular.

- 3) Estabelecer possíveis descompensações entre membro dominante e não dominante.

- 4) Avaliar o efeito de um período de treino compensatório específico nos músculos rotadores do ombro, nomeadamente:
 - Níveis de força dos RI e RE;
 - Equilíbrio muscular dos músculos rotadores do ombro
 - Níveis de fadiga Muscular dos rotadores do ombro

- 5) Avaliar o efeito de um período de destreino nos músculos rotadores do ombro, nomeadamente:
 - Níveis de força dos RI e RE;
 - Equilíbrio muscular dos músculos rotadores do ombro
 - Níveis de fadiga Muscular dos rotadores do ombro

6) Constituir uma base de dados que permita fornecer uma referência comparativa para avaliações futuras de nadadoras de natação sincronizada.

CAPÍTULO II – REVISÃO DA LITERATURA

1. Natação Sincronizada

1.1. Caracterização da disciplina

1.2. Componentes técnicas da natação sincronizada

1.2.1. Técnicas de Nado

1.2.2. Retropedalagem

1.2.3. Remadas

1.2.3.1. Tipos de remadas

2. Lesões no ombro e prevenção

2.1. Lesões no desporto

2.2. Treino de força compensatório dos músculos rotadores do ombro

2.3. Efeitos do destreino de um programa de força compensatório dos músculos rotadores do ombro

3. Avaliação da força isocinética do complexo articular do ombro

3.1. Dinamómetros utilizados nas avaliações isocinéticas

3.2. Posição de avaliação

3.3. Velocidade angular e número de repetições

3.4. Parâmetros de Análise

3.4.1. *Peak torque*

3.4.2. Relação de equilíbrio agonista/antagonista

3.4.3. Índice de fadiga

3.4.4. Comparações bilaterais

3.4.5. Utilização de valores normativos

3.4.6. Correção do efeito pela gravidade

CAPÍTULO II – REVISÃO DA LITERATURA

1. NATAÇÃO SINCRONIZADA

1.1. Caracterização da Disciplina

A natação sincronizada é um desporto, que a nível competitivo é praticado exclusivamente pelo género feminino. É um desporto olímpico desde os jogos Olímpicos de Los Angeles em 1984, onde se estreou pela primeira vez em competição nas provas de solos e duetos. Antes disso, nos jogos olímpicos de 1948 em Londres já tinham havido apresentações sem carácter competitivo.

A natação sincronizada é uma das disciplinas da natação. Gemma e Wells (1987) descrevem a natação sincronizada como uma mistura de ginástica, ballet e dança, com elementos de patinagem artística, destacam que a natação sincronizada exige a execução de técnicas que exigem força e resistência, no entanto, com graça e estilo. Segundo os mesmos autores, as atletas devem ter um domínio total da natação e do controlo respiratório. Figura, Cama & Guidetti (1993) definem a natação sincronizada como uma combinação de natação e ginástica rítmica na água, associada à música. Para Ito (2006) a natação sincronizada é um desporto que é pontuado separadamente por mérito técnico e impressão artística e ambos requerem altos níveis de habilidade e talento.

Vieira & Freitas (2006) descrevem a natação sincronizada como as atletas apresentam as suas coreografias numa piscina, executando movimentos exatamente simultâneos e coordenados com a música. Aos olhos de um leigo, as apresentações parecem coisa simples, malabarismo que não dependem de muita força. Mas o espetáculo que o público vê, só é possível graças à soma de enorme força e resistência física, flexibilidade, controlo respiratório e talento artístico das nadadoras.

Segundo Périllier in Vieira & Freitas (2006) a natação sincronizada é um desporto que exige enorme precisão técnica. São centenas de horas de treino, quase o tempo todo debaixo de água sem respirar, de cabeça para baixo, para

exercitar a melhoria dos diferentes valores físicos como força, resistência, flexibilidade, coordenação, ritmo e expressão corporal.

Para Frazão (1999) a natação sincronizada é uma atividade onde são executadas todas as formas de movimentos aquáticos (deslocamentos, figuras e/ou combinações entre os mesmos), por uma ou mais atletas. Estas encontram-se sincronizadas umas com as outras e com o acompanhamento musical, de forma a obter um conjunto harmonioso e estético.

De acordo com alguns autores podemos enquadrar esta modalidade numa das seguintes classificações:

Um desporto em que é valorizada a coordenação e a forma de habilidade motora, frequentemente complexa e apresentada artisticamente, constituída por habilidades motoras acíclicas (Bompa & Haff, 2009). Podemos ainda caracterizá-la como um desporto de resistência muscular de duração média, 2 a 5 minutos (Bompa, 2004), que utiliza técnicas combinadas, avaliado por um júri e constituído pela apresentação de elementos automatizados, que se encadeiam em diferentes combinações, com uma apresentação estética (Manno,1993)

É seguramente um intenso desporto de competição, caracterizado pela execução de diferentes formas de movimentos aquáticos, requerendo para tal uma elevada solicitação em termos cardiorrespiratórios e de resistência muscular, não esquecendo a força, a velocidade de movimentos, a flexibilidade e a coordenação. É ainda uma atividade caracterizada por uma vasta complexidade, camuflada pela aparente facilidade de execução.

1.2. Componentes técnicas da natação sincronizada

O treino desta disciplina é bastante complexo pois engloba uma série de áreas que por si só, nalguns casos, são elas próprias disciplinas autónomas, como é o caso da natação.

Normalmente um planeamento de natação sincronizada integra:

1. Treino de natação
2. Treino das técnicas específicas de natação sincronizada
3. Treino de figuras
4. Treino de coreografia
5. Treino de flexibilidade
6. Treino de força

Dado o objetivo deste estudo, apenas vamos abordar algumas áreas (técnicas de nado e técnicas específicas)

1.2.1. Técnicas de nado

Ao nível da natação pura os especialistas (Wenz, 1980) indicam que o plano de treino da natação sincronizada deve ser semelhante aos dos nadadores de meio fundo (400m). A maioria das competições de esquemas tem entre 2m30s a 4m30s, o que dá ênfase à componente aeróbia.

Contudo durante a execução de uma coreografia as nadadoras tem de sustentar a respiração por longos períodos por várias vezes, e ainda realizam movimentos de alta intensidade como boost, saltos, etc., o que sugere que também o sistema anaeróbio seja bastante solicitado (wang, 2008).

	Solo	Dueto	Equipa	Combinado
Menos de 12	2.00	2.30	3.00	3.30
13, 14, 15 anos	2.30	3.00	3.30	4.00
16, 17, 18 anos	3.00	3.30	4.00	4.30
Juniores: 15-18 anos	3.00	3.30	4.00	4.30
Absolutos Esq. Técnicos	2.00	2.20	2.50	-
Absolutos Esq. Livres	3.00	3.30	4.00	4.30

Tolerância de +/- 15 segundos

Quadro 1- Tempo limite de cada prova

Nesta fase do treino são utilizadas as 4 técnicas da natação pura, crol, costas, bruços e mariposa, juntamente com variações de pernadas e braçadas específicas da natação sincronizada.

A volume típico desta fase varia de acordo com o escalão das nadadoras e com o momento do plano anual. Mas de forma grosseira podemos afirmar que o volume de treino de natação pura oscila entre os 2000m e 4000m por treino. (Wenz,1980).

1.2.2.Retropedalagem

Segundo Homma & Homma (2009) a retropedalagem é uma técnica propulsiva utilizada na natação sincronizada e no pólo aquático. A posição do corpo é sentada na água, com as coxas quase paralelas à superfície e com os joelhos ligeiramente elevados. O tronco encontra-se em extensão, pescoço recto e ombros altos. Há que manter a máxima altura sem saltar ou balançar para os lados. As pernas movem-se alternadamente, a perna esquerda move-se no sentido do ponteiro dos relógios e a perna direita no sentido inverso (Forbes 1989). A retropedalagem é um movimento muito utilizado nos esquemas, particularmente quando se deseja um posicionamento elevado do tronco, deslocamentos na vertical ou transições da posição vertical para horizontal ou vice-versa.

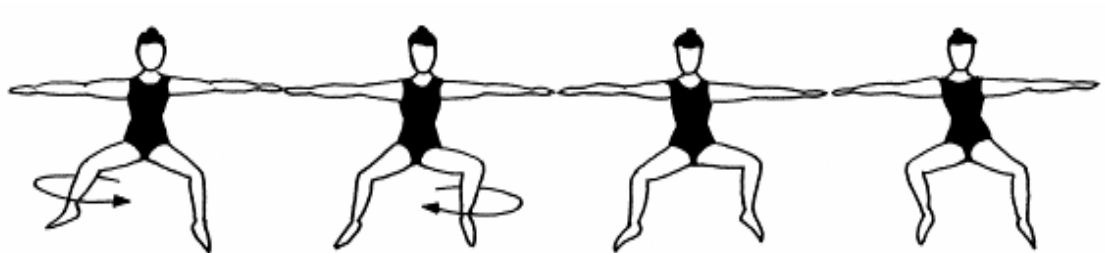


Figura 1: Retropedalagem

1.2.3. Remadas

Segundo Homma & Homma (2006) as remadas são técnicas fundamentais na natação sincronizada e podem ser introduzidas nas fases iniciais de aprendizagem. Podem ser usadas como técnicas propulsivas ou de suporte.

As remadas são movimentos de antebraços e mãos, o gesto que as mãos descrevem, é de lado a lado e para cima e para baixo. Contudo, essa descrição parece dar uma ideia de que é um gesto bidimensional, o que não é verdade, já que ele é tridimensional (Homma & Homma, 2006).

Ito (2006) explica esse gesto, de forma mais clara, como sendo um movimento em que as mãos descrevem, geralmente, a figura de um oito ou uma forma oval e que a remada é a combinação de movimentos de *in-sweep* e *out-sweep*,

Para Homma & Homma (2006), a remada é um movimento repetitivo, sendo que as fases do movimento para dentro e para fora são chamadas de *in-scutt* e *out-scutt* respectivamente e, o ponto em que o movimento muda é conhecido como fase de transição.

Para Rostkowska, Habiera & Antosiak-Cyrak (2005), a remada é um movimento cíclico e pode ser dividido em duas fases básicas: propulsiva (1) e preparatória (2), sendo a primeira fase dividida em outras fases: *catch*, *sweep* e *pull*. Ainda, pela experiência dos treinadores, as fases *catch* e *sweep* são as mais importantes, porque elas garantem a manutenção da altura apropriada da posição (Rostkowska *et al.*, 2005).

Para Martins *et al.* (2006) as remadas possuem sempre um movimento lateral realizado pelas mãos e antebraços de fora para dentro (ação lateral interior) e de dentro para fora (ação lateral exterior)

As remadas são movimentos que tem como objetivo exercer uma força contra a água de forma a sustentar, equilibrar ou propulsionar o corpo (Ito, 2006; Homma & Homma, 2006) em qualquer posição, quer seja horizontal ou vertical

e dependendo da orientação da mão, pode não ocorrer deslocamento ou existir em direção da cabeça ou em direção dos pés e/ou para cima ou para baixo. Na verdade, a força gerada pode ter qualquer direção e sentido. Essa sustentação e deslocamento que a remada pode proporcionar aos indivíduos são explicados por meio das teorias das forças hidrodinâmicas propulsivas de arrasto e de sustentação, sendo que a soma vetorial dessas forças é chamada de força resultante ou força propulsiva (Ito, 2006).

Da literatura consultada é consensual que a força propulsiva é o resultado da força muscular aplicada pela mão, antebraço e braço à água (Arellano, 1999). Dependendo do tipo de remada que a nadadora utiliza, o braço poderá estar em rotação externa, rotação interna ou utilizar ambas as rotações. Por norma nas remadas utilizadas nas posições horizontais o braço está em rotação interna, enquanto que nas posições invertidas o braço está frequentemente em rotação externa, à exceção da remada assimétrica.

1.2.3.1. Tipos de remadas

São inúmeras as remadas que se executam na natação sincronizada, dependendo da orientação da mão, pode ocorrer deslocamento em direção da cabeça ou em direção aos pés e/ou para cima ou para baixo.

Vamos apenas descrever as 4 mais utilizadas quer em figuras quer em esquemas.

Remada Standard

Utiliza-se para deslocar o corpo no sentido da cabeça. Partindo da Posição Básica Dorsal e utilizando a remada de sustentação, braços ao lado do corpo, os pulsos adquirem uma posição de extensão, continuando as palmas das mãos a executar as Ações Laterais Exteriores e Interiores. Os braços encontram-se em rotação interna realizando movimentos de adução /abdução.



Figura 2: Remada Standard

Remada Contra-Standard

Utiliza-se para deslocar o corpo no sentido dos pés. Partindo da Posição Básica Dorsal e utilizando a remada de sustentação, braços ao lado do corpo, os pulsos adquirem a sua posição de flexão, continuando as palmas das mãos a ação de “varrer”. O movimento dos antebraços é contínuo, com a mesma pressão, tanto na Ação Lateral Exterior como Interior. Os braços encontram-se em rotação interna realizando movimentos de adução /abdução.



Figura 3: Remada Contra-Standard

Diogo *et al.* (2010) compararam a força exercida pelas nadadoras na execução das remadas standard e contra standard e determinaram que a força máxima é superior na remada standard (3,2 kg) e menor na remada contra standard (2,7 kg).

Remada Assimétrica

Utiliza-se para suportar o corpo nas posições de cavaleiro e posição arqueada à superfície. Um dos braços está elevado acima da cabeça com o pulso em extensão e efetua uma ação de “varrer”, o outro braço está elevado ao nível do ombro, os pulsos em flexão e efetua um movimento flexão/extensão do cotovelo. O braço que está ao nível do ombro encontram-se em rotação interna sendo o movimento realizado apenas pelo antebraço, o braço que está elevado acima da cabeça efetua, a par com os movimentos do antebraço, movimento de rotação externa e rotação interna.



Figura 4: Remada Assimétrica

Remada Americana

Utiliza-se para suportar o corpo na maioria das posições invertidas (vertical, grua, espargata, etc). Os braços encontram-se em rotação externa. Os cotovelos estão ao lado do corpo, fletidos, de modo a formar um ângulo de 90° entre o braço e o antebraço, de maneira que estes últimos estejam também em ângulo recto em relação ao tronco. As mãos estão em supinação, ou seja viradas para o fundo da piscina. O tronco permanece em extensão, conseguindo deste modo uma base estável. Efetua-se um movimento de adução /abdução com pressão constante em direção ao fundo da piscina. O movimento tem de ser contínuo e uniforme.



Figura 5: Remada Americana

Segundo Homma (2010) a remada americana é um movimento não usual, onde os antebraços estão em supinação enquanto o ombro está em rotação externa e onde a musculatura responsável pela rotação interna e externa do ombro também está envolvida.

Carmo, Ricardo & Vilas-Boas (2001) quantificaram a força máxima exercida pelas nadadoras durante a posição vertical invertida e determinaram que as nadadoras que apresentavam um nível técnico mais elevado foram também aquelas que revelaram maiores índices de força máxima, o que reforça a importância da força no quadro desta modalidade eminentemente técnica. Os mesmos autores determinaram que os valores de força máxima obtidos durante a execução da remada americana na posição vertical são, em média, de 3.47 ± 1.83 Kg.

Pelo exposto anteriormente, e tendo em conta que a natação promove desequilíbrios musculares ao nível dos RE/RI serão as técnicas de remadas

suficientes para colmatar esses desequilíbrios, uma vez que utilizam quer a musculatura interna do ombro quer musculatura externa?

2. LESÕES NO OMBRO E PREVENÇÃO

2.1 . Lesões no Ombro

As lesões desportivas são provocadas por métodos inadequados de treino, alterações estruturais que sobrecarregam mais determinadas partes do corpo do que outras e por fraqueza muscular, tendinosa e ligamentar. Muitas dessas lesões também podem ser causadas pelo desgaste crónico e por lacerações, os quais são decorrentes de movimentos repetitivos que afetam os tecidos suscetíveis. (Pires, Bini, Fernandes & Setti, 2009)

Segundo Caine, DiFiori & Maffuli (2006) a participação dos jovens no desporto está amplamente difundida na nossa cultura e desta forma estão mais vulneráveis às lesões desportivas, por um lado, porque iniciam cada vez mais cedo a prática desportiva, por outro lado estão num processo de crescimento rápido e de maturação neurobiológica, num ambiente psicossocial cada vez mais competitivo e seletivo. O atleta jovem que ainda está num processo de crescimento/desenvolvimento está particularmente vulnerável a lesões por sobrecarga mecânica, isto acontece quer nos desportos de contacto onde são frequentes os macrotraumatismos (futebol, rugby, andebol, basquetebol, judo, luta, etc.) quer nos desportos que exijam repetições exaustivas dos mesmos movimentos (voleibol, atletismo, ginástica, patinagem artística, ténis, natação, etc.) gerando microtraumatismos repetidos cujos efeitos cumulativos excedem a capacidade de adaptação biológica da estrutura osteoarticular aos esforços solicitados (Caine *et al.*, 2006).

A natação sincronizada pode predispor os seus praticantes às lesões desportivas. Segundo Junge *et al.* (2009) a natação sincronizada foi considerada um desporto com baixo risco de lesão durante a realização dos

Jogos Olímpicos de Pequim 2008, tendo sido apenas registadas 2 ocorrências em treino.

As lesões ao nível dos joelhos e dos ombros são as mais referidas nos estudos consultados (Mountjoy, 2005; Chu, 2005; Weinberg,1986; Wenz,1980).

Mountjoy (2005) refere que as lesões músculo esqueléticas que mais afectam as nadadoras de natação sincronizada são a instabilidade no ombro, síndrome patelo femoral e lombalgia.

Chu (2005) determinou que as lesões músculo esqueléticas mais frequentes em natação sincronizada são a instabilidade multidirecional do ombro, lombalgia, síndrome patelo femoral e distensões musculares ao nível de vários músculos.

Para Weinberg (1986) as lesões mais frequentes na natação sincronizada estão localizadas ao nível dos joelhos, resultado da retropedalagem e ao nível dos ombros devido às remadas.

Segundo Wenz (1980) na remada americana a articulação do ombro desempenha um papel fundamental sendo também ela a responsável pelas lesões ao nível do ombro na natação sincronizada.

Segundo a literatura parece notório que o conceito “ombro do nadador” também é um tipo de lesão comum na natação sincronizada (Mountjoy, 2005; Chu, 2005; Weinberg,1986; Wenz,1980). Uma das causas prováveis da ocorrência deste tipo de lesão pode dever-se a desequilíbrios musculares ao nível dos RE/RI (Byram *et al.*,2010).

De acordo com Schneider, Henkin & Meyer (2006) é importante o equilíbrio muscular para a manutenção da funcionalidade das articulações. Os nadadores, devido a grande utilização dos músculos dos ombros, estão mais

sujeitos às lesões pelo desequilíbrio na relação dos rotadores externos e rotadores internos.

O desequilíbrio muscular pode ser explicado pela diferença de força e flexibilidade entre grupos musculares que atuam sobre uma mesma articulação, isto é, ocorre quando determinado grupo muscular se apresenta mais forte e/ou mais tensionado do que seu respectivo antagonista.

De forma simplificada, pode-se dizer que o tratamento dos desequilíbrios musculares consiste em promover um reequilíbrio das cadeias musculares alongando o músculo que está encurtado e fortalecendo o músculo que está fraco (Kolyniak, Cavalcanti & Aoki, 2004).

A determinação de rácios pode dar-nos uma informação sobre o potencial risco de lesão. Ao nível do ombro podemos determinar o rácio entre rotadores externos e internos. Estes rácios têm sido utilizados quer entre ombro dominante e não dominante quer entre os rotadores do mesmo ombro. É aceite pela comunidade científica que um decréscimo do valor de força concêntrica dos rotadores externos combinado com um aumento do mesmo valor dos rotadores internos dos ombros, leva a um menor valor do rácio entre ambos, podendo levar a um maior risco de lesão na articulação (Cingel *et al.*, 2007).

Não é fácil encontrar valores normativos de referência para os vários desportos e também para os diversos grupos musculares implicados. Contudo, alguns autores propuseram o intervalo entre 66 e 75% rácio RE/RI como aquele que traduz, do ponto de vista teórico, um equilíbrio muscular adequado entre a força dos rotadores externos e a força dos rotadores internos. (Alderink & Kuck, 1986; Ellenbecker & Davies, 2000; Cingel *et al.*, 2007; Gulick *et al.*, 2001; Ramsi, Swanik, Swanik, Straub & Maltacola, 2004; Schneider *et al.*, 2006; Hughes, Johnson, O'Driscoll & An, 1999).

Vários autores têm efetuado estudos utilizando valores de *peak torque* obtidos através de testes em instrumentos isocinéticos, os quais permitem a

determinação de rácios em desportos variados. No caso da natação sincronizada não encontramos efetivamente nenhum estudo que refira valores de rácio ao nível dos ombros.

Apesar da natação sincronizada ser uma disciplina de baixo risco no que se refere a lesões a sua prática competitiva tem mostrado alguns riscos, sobretudo ao nível do ombro e joelhos (Mountjoy,2005; Chu,2005; Weinberg,1986) o que pode repercutir-se negativamente na integridade física da atleta, situação que poderá ser evitada se considerarmos o fator – prevenção

2.2. Treino de força compensatório dos músculos rotadores do ombro

Na natação sincronizada a realização das técnicas de remadas para propulsão ou sustentação do corpo solicita tanto os rotadores externos como os rotadores internos do ombro, no entanto, sendo esta uma disciplina que tem na sua base a natação é de esperar que os músculos responsáveis pela rotação interna sejam mais fortes do que os seus antagonistas. Este desequilíbrio muscular pode levar há ocorrências de lesões como ficou documentado no estudo de Byram *et al.* (2010). Desta forma será importante reconhecer a importância de um trabalho de reforço muscular ao nível dos rotadores externos do ombro.

Segundo Martins *et al.* (2006) os exercícios de proteção e prevenção de lesões nos ombros não são apenas para evitar lesões, uma vez que no caso da natação servem também para uma melhoria da técnica de nado. Segundo os mesmos autores dois princípios devem ser levados em consideração, uma boa técnica de nado e uma inteligente e saudável forma de treino de força. O treino de força é um fator primordial como prevenção de lesões nos jovens nadadores.

Segundo Martins *et al.* (2006) rotações externas e internas realizadas com bandas elásticas de diferentes resistências, feitos diariamente e de forma correta poderão ser uma boa forma de potencializar o fortalecimento da musculatura do ombro.

Rodeo (2002) afirma que um programa abrangente para desenvolver força, resistência, equilíbrio e flexibilidade é a melhor forma de prevenir o “ombro do nadador”. O mesmo autor apresenta um programa de exercícios com recurso ao peso corporal, bandas elásticas, bolas e toalhas. O mesmo autor, refere a importância de se trabalhar em 3 áreas: 1) Coifa dos rotadores; 2) Musculatura estabilizadora do ombro e 3) Musculatura do CORE (Lombar, abdominal e pélvis). Revelam ainda que os exercícios devem ser realizados após a prática da natação ou muitas horas antes do treino, pois caso sejam efetuados mesmo antes do treino de natação podem levar os músculos à fadiga e desta forma aumentar os riscos de lesões.

Busso (2004) realizou um estudo de revisão sobre os meios de prevenção para o “ombro do nadador” e propôs 12 exercícios para resistência de força localizada, flexibilidade e propriocepção.

Beneka *et al.* (2002) compararam a utilização de diferentes tipos de trabalho muscular, treino isocinético e treino com pesos livres, tendo concluído que nos dois grupos existiram melhorias significativas na capacidade de produção de força de ambos os grupos musculares de rotadores dos ombros, após 8 semanas de treino.

Também Malliou *et al.* (2004) compararam diferentes tipos de treino de força com o objetivo de verificar qual o mais efetivo a alterar os rácios dos rotadores dos ombros. As conclusões indicaram que todas as formas de treino de força utilizadas foram efetivas na alteração os rácios dos rotadores dos ombros.

Swanik *et al.* (2002) avaliaram 26 nadadores que realizaram treino de força funcional, os resultados mostraram um aumento da força de RI e RE dos

ombro, embora nem sempre com resultados com estatisticamente significativos.

Todos os estudos analisados mostram que houve ganhos de força nos grupos musculares envolvidos, após um treino de força específico para o efeito.

Do nosso conhecimento, e apesar das evidências quanto aos benefícios do exercício sobre os ganhos de força e consequente diminuição dos desequilíbrios musculares nos rotadores dos ombros, nenhum estudo procurou investigar diretamente a existência de desequilíbrios musculares na disciplina de natação sincronizada, nem os efeitos do trabalho de força compensatório em jovens nadadoras.

2.3. Efeitos do destreino de um programa de força dos músculos rotadores do ombro

O treino desportivo obedece a princípios de ordem metodológica que devem ser respeitados para que os efeitos previstos do treino ocorram. Dos princípios do treino, para efeito deste trabalho, destacamos os princípios da continuidade e da reversibilidade. De forma genérica estes dois princípios dizem-nos que o treino deverá apresentar uma continuidade permanente sob pena dos efeitos alcançados regredirem aos valores iniciais, senão mesmo a valores mais baixos que os observados no início do treino (Castelo *et al.*, 2000). Desta forma, será interessante compreender os mecanismos que estão na origem do decréscimo da capacidade física quando se alteram ou cessam as condições de treino. Esta área de investigação é habitualmente designada por destreino. Neste sentido, podemos definir destreino como sendo a paragem ou a diminuição significativa do nível de treino.

Existe pouca informação sobre o período de destreino ao nível de programa de reforço muscular na articulação do ombro porém se analisarmos estudos de programas de força gerais encontramos um estudo de Hakkinen & Komi (1983) onde se verifica que durante um período de oito semanas sem o estímulo do

treino existe um decréscimo na força em adultos e este facto deve-se a desadaptações neurais causadas pela inatividade. Faigenbaum *et al.* (1996) observaram uma queda significativa na força de crianças, após oito semanas de destreino. Fontoura, Schneider & Meyer (2004) também avaliaram o destreino na força muscular de crianças, e concluíram que apesar de haver uma tendência de redução dos valores de força essas alterações não tem significado estatístico.

Relativamente ao destreino ao nível de programas de reforço muscular na articulação do ombro apenas encontramos dois estudos.

McCarrick & Kemp (2000) avaliaram os efeitos do treino e destreino na aplicação de um programa de reforço muscular na coifa dos rotadores, para tal indivíduos não treinados executaram treino concêntrico e excêntrico com pesos livres durante 12 semanas. Após as 12 semanas o grupo foi separado em três, havendo redução da frequência do treino em duas, uma ou zero sessões semanais. Concluíram que o treino de força com uma frequência de três vezes semanais contribui de forma significativa para o aumento dos *PT* dos RI e RE dos ombros e que a força excêntrica é mais suscetível ao destreino.

O segundo estudo é o único que utiliza atletas na sua amostra. Batalha (2011) avaliou os efeitos de uma época competitiva, de um programa de treino compensatório e respetivo destreino na força e equilíbrio muscular dos rotadores dos ombros em jovens nadadores. Relativamente ao destreino concluiu que a ausência de 16 semanas do treino de força compensatório (destreino) fomenta um desequilíbrio muscular nos rotadores dos ombros, próprio do treino exclusivamente aquático. Por outro lado, tem também um efeito na redução da resistência muscular ao nível dos RE.

3. AVALIAÇÃO DA FORÇA ISOCINÉTICA DO COMPLEXO ARTICULAR DO OMBRO

3.1. Dinamômetros utilizados nas avaliações isocinéticas

A utilização de dinamômetros para medir a força muscular vem crescendo nas últimas décadas e são vários os tipos de instrumentos que vem sendo disponibilizados e melhorados pelos investigadores (Van Wilgen, Akkerman, Wieringa & Dijkstra, 2003). De acordo com Jiménez & Aguilar (2000), os dinamômetros que encontram com mais frequência são Cybex 6000, Biodex, Kin-Com, Lido, Merac e Technogym.



Fig.6: Dinamômetro isocinético

Walmsley & Dias (1995) estudaram as diferenças entre três aparelhos isocinéticos: o Cybex II, o Lido e o Kin-Com. Os resultados revelam diferenças significativas nos valores encontrados entre os três aparelhos utilizados.

Apesar de termos observado, através da revisão bibliográfica que o dinamômetro mais utilizado foi o Cybex, com alguns diferentes modelos (Beach, Whitney & Dickoff-Hoffman, 1992; Durall *et al.*, 2001; Beneka *et al.*, 2002; Ellenbecker & Roetert, 2003; Ellenbecker & Roetert, 1999; Malliou *et al.*, 2004; Gaspar, Filho & Cardone, 2004; Gremeaux *et al.*, 2005; Cingel *et al.*, 2007; Julienne, Gauthier, Moussay & Davenne, 2007; Olivier, Quintin & Rogez., 2008), a avaliação da amostra será feita no Biodex System 3 (Biodex Corp., Shirley,

USA), por ser o instrumento de que dispomos no nosso laboratório e também por ser, internacionalmente reconhecido como um dos instrumentos fiáveis para efetuar avaliações isocinéticas.

O dinamómetro isocinético permite a avaliação objetiva e direta dos componentes de desempenho muscular relacionados com as articulações da coxa, joelho, tornozelo, ombro, cotovelo, punho e tronco (Terrerri, Greve & Amatuzzi, 2001)

A avaliação isocinética pressupõe uma velocidade fixa e uma resistência variável que se adapta à capacidade do músculo para gerar tensão e que é máxima ao longo de toda a amplitude do movimento. Desta forma, a avaliação realiza-se de forma segura, pois o aparelho vai sempre responder de acordo com a capacidade individual com uma carga adequada de trabalho.

O aparelho isocinético pode ser utilizado na avaliação do equilíbrio funcional muscular, como também para a reabilitação das lesões do aparelho locomotor, assim como para treino (Terrerri *et al.*, 2001).

As vantagens existentes com este método referem-se há diminuição da sobrecarga muscular, ou seja, se o indivíduo apresentar dor durante o movimento ele responderá com diminuição de força e o aparelho imediatamente diminuirá a resistência fornecida, oferecendo acomodação para dor e fadiga. Ao oferecer esta resistência acomodativa permite que o músculo seja exercitado com o máximo de força durante todo o movimento, uma vez que a velocidade do exercício é controlada. Esta avaliação oferece ainda dados bastante objetivos e válidos que permitem direcionar um programa de treino e/ou reabilitação, bem como permite a reprodutibilidade do teste para comparação de resultados antes e depois de um período de reabilitação/treino. Por último podemos ainda apresentar como uma vantagem o facto de permitir isolar grupos musculares, determinando onde ocorrem os deficits (Stone & Brown, 2000; Terreri *et al.*, 2001).

As principais desvantagens deste método são o elevado preço do equipamento e o facto do dinamómetro não permitir realizar o gesto ou o movimento específico de uma determinada modalidade desportiva (Stone & Brown, 2000; Terreri *et al.*, 2001).

3.2. Posição de avaliação

Os resultados da avaliação de força na rotação do ombro tem sido testada em muitas posições, verificando-se que os resultados variam grandemente conforme a posição testada (Perrin, 1993; Ellenbecker & Davies, 2000; Hill, Pramanik & McGregor, 2005; Toledo, Krug, Castro, Ribeiro & Loss, 2008).

Segundo Hill *et al.* (2005) o posicionamento dos indivíduos para a realização das avaliações isocinéticas é um dos maiores problemas associados às avaliações.

Greenfield, Donatelli, Wooden & Wilkes (1990) realizaram um estudo onde compararam os valores da rotação interna e externa em duas posições diferentes, no plano da omoplata e no plano frontal. Os valores de rotação interna não foram significativamente diferentes, contudo os valores de rotação externa apresentaram diferenças significativas entre as duas posições avaliadas. Os mesmos autores recomendam que os testes isocinéticos devem ser realizados preferencialmente no plano da omoplata.

Hinton (1988), comparou a força dos rotadores em duas posições, em pé com o cotovelo junto ao corpo e em decúbito dorsal com os membros superior a 90° de abdução, observou diferenças significativas, nomeadamente ao nível da rotação interna, que foi maior na posição de pé, e na rotação externa que foi superior na posição deitado.

Da análise dos dois estudos anteriores é fácil constatar que os resultados das avaliações podem variar consoante o posicionamento do braço e antebraços, bem como da posição do corpo do indivíduo. Na análise da literatura as

posições mais comuns de avaliação são a posição sentada. (Julienne *et al.*, 2007; Scoville, Arciero, Taylor & Stoneman, 1997; Smith, Padgett, Kotajarvi & Eichen, 2001; West, Sole & Sullivan, 2005) e a posição deitada em decúbito dorsal (Cingel *et al.*, 2007; Ellenbecker & Roetert, 2003; Moraes, Faria & Salmela, 2008; Olivier *et al.*, 2008). Na avaliação do complexo articular do ombro encontramos estudo que realizam a avaliação com o braço a 90° (Cingel *et al.*, 2007; Ellenbecker & Roetert, 2003; Julienne *et al.*, 2007; Moraes *et al.*, 2008; Scoville *et al.*, 1997; West *et al.*, 2005; Batalha *et al.*, 2012) e na posição neutra (Smith *et al.*, 2001; Codine, Bernard, Pocholle, Benaim & Brun, 1997; Gremeaux *et al.*, 2005; Gozlan *et al.*, 2006)

Se tivermos em consideração a idade dos indivíduos que compõem a amostra, o dinamómetro que temos ao dispor e o gesto técnico efetuado pelas nadadoras nas remadas, a posição com maior validade ecológica é a posição sentada, com o braço a 45° de abdução, no plano da omoplata e 30° no plano frontal, indicada no manual do biodex como posição neutra modificada. Poderíamos optar pela posição em pé um vez que essa é mais próxima daquela que é mais utilizada nas posições invertidas, contudo, e tendo em conta que são atletas que nunca realizaram exercícios de força e são muito jovens, a estabilidade corporal durante a execução das avaliações poderia estar comprometida podendo por em causa os resultados das avaliações. Na posição neutra modificada como a atleta está sentada e com cintos fica impossibilitada de fazer outros movimentos que não aqueles que estão sob avaliação.

3.3. Velocidade angular e número de repetições

As avaliações isocinéticas podem utilizar velocidades angulares diferentes, que variam normalmente entre os 30°/s e 300°/s (Terrerri *et al.*, 2001). São consideradas lentas quando são inferiores a 180°/s e rápidas quando superiores a 180°/s, a velocidade de 180 °/s pode ser considerada intermédia.

Segundo Terreri *et al.* (2001) a velocidade angular lenta será a melhor para avaliar a força pois quanto menor a velocidade angular maior será a força, neste caso a velocidade mais usada é a de 60°/seg. Para avaliação da potência ou índices de fadiga normalmente é usada a velocidade rápida ou intermédia.

As velocidades angulares encontradas com maior frequência em estudos com avaliações aos músculos rotadores do ombro são de 60°/s e 180°/s (Campos, Petrone, Navega, Renner & Mattiello-Rosa *et al.*, 2005; Batalha *et al.*, 2012; Cingel *et al.*, 2007; Fradejas *et al.*, 2006; Gaspar *et al.*, 2004; Gozlan *et al.*, 2006; Mendonça, Bittencourt, Silva & Fonseca, 2007; Schneider *et al.*, 2006)

Nas velocidades lentas Terreri *et al.* (2001) aconselham 3 a 5 repetições enquanto em velocidades rápidas estas podem variar entre 20 a 30 repetições.

3.4. Parâmetros de análise em avaliações isocinéticas

Como foi dito anteriormente os testes isocinéticos oferecem dados bastantes objetivos e válidos e permitem o acesso a um elevado número de dados quantitativos que podem ser utilizados para analisar a função muscular de um determinado indivíduo. Neste estudo vamos apenas utilizar os valores de *Peak torque*, índice de fadiga e o rácio RE/RI.

3.4.1. *Peak torque*

Representa o valor mais elevado de força muscular que um indivíduo consegue efetuar durante a totalidade da amplitude de movimento numa dada repetição. O *Peak torque* ou momento de força representa o resultado da força aplicada num ponto multiplicada pela distância do ponto de aplicação dessa força ao centro de rotação do eixo de movimento, ou seja, $T = F \times d$, medida em newton-metro (Nm) (Terreri *et al.*, 2001).

São inúmeros os estudos que utilizam esta variável para estudo. Cingel *et al.* (2007) determinaram que o *peak torque* dos RI são por norma maiores que os valores dos RE tal como parece ser consensual na literatura consultada (Ellenbecker & Roetert, 2003; Rupp, Berninger & Hopf, 1995; Warner, Micheli, Arslanian, Kennedy & Kennedy, 1990; West *et al.*, 2005). Batalha *et al.* (2012) num estudo com nadadores determinaram que os nadadores possuem *peak torque* dos RI superiores aos do grupo de controlo.

3.4.2. Relação de equilíbrio agonista/antagonista

Segundo Tata, Ng & Kramer (1993), os rácios agonistas/antagonistas podem caracterizar a qualidade do equilíbrio muscular, por isso a qualidade dessa relação apresenta-se como muito importante quando se tenta definir o equilíbrio muscular no ombro. Na relação dessa tarefa utiliza-se normalmente o rácio tradicional, ou seja, a razão entre a força concêntrica dos rotadores externos sobre a força concêntrica dos rotadores internos.

É a divisão entre o valor do agonista e do antagonista, seja relacionado ao *Peak torque*, trabalho ou potência, expresso em percentagem. Portanto, representa a proporção entre tais grupos, existindo para cada articulação. Normalmente é avaliada nas velocidades angulares menores para o *peak torque* e trabalho e nas velocidades angulares maiores para a potência.

No estudo de Pezarat-Correia, Valamatos, Alves & Santos *et al.* (2006) foram encontrados valores de rácios entre 44-58% em tenistas; 52%-59% em nadadoras e 69%-78% em basquetebolistas.

Batalha *et al.* (2012) encontraram rácios de $77,89 \pm 15,22\%$ no MD e $73,39 \pm 17,26\%$ no MND para velocidades de $60^\circ/s$ e $74,77 \pm 13,99\%$ no MD e $70,11 \pm 14,57\%$ no MND em nadadores jovens.

Num estudo realizado com 20 nadadores de alto nível e um grupo de controlo de 20 sedentários, Olivier *et al.* (2008) constataram que os nadadores

apresentam rácios RE/RI a 60°/s (MD-53.27%; MND-65.90%) significativamente inferiores aos indivíduos sedentários (MD- 74.73%; MND-73.90%), apontando para desequilíbrios musculares.

Schneider *et al.* (2006) encontram valores de rácios em nadadoras de 65,79±7,16 no MD e 77,47±10,29% no MND à velocidade de 60°/s.

Rupp *et al.* (1995) determinaram valores de rácios RE/RI em nadadores de 76.2±12.6% MD e 68.3 ±12.8% no MND a uma velocidade de 60°/s e 76.2±13.2% no MD e 80.1±16.4% no MND a 180°/s

Beach *et al.* (1992) num estudo realizado com 28 nadadores de competição encontraram valores de rácios de 70±9% e 71±10% para MD e MND.

3.4.3. Índice de fadiga

O teste isocinético permite avaliar ainda a resistência da musculatura através da quantificação de fadiga. O decréscimo dos valores de *Peak torque* e trabalho ao longo de várias repetições de contração da musculatura avaliada é utilizado para essa quantificação. Podem ser comparadas as primeiras e as últimas repetições ou pode-se avaliar a inclinação da curva que representa a perda de *Peak Torque* ou trabalho para obtenção do índice de fadiga. (Aquino, 2007)

Segundo Terreri *et al.* (2001) este parâmetro é apenas utilizado quando o número de repetições for igual ou superior a seis, mostrando-se a proporção (em percentagem) da metade final sobre a metade inicial do trabalho realizado; se o seu valor for, por exemplo, de 80%, isto expressa que a 2ª metade das repetições representou um valor de 80% comparada à 1ª metade; logo, a diferença de 20% pode ser referida como índice de fadiga da metade final.

Batalha *et al.* (2012) num estudo efetuado com nadadores e um grupo de controlo (não nadadores) determinaram que o grupo de controlo possui índices de fadiga superiores ao grupo experimental nos RE e RI de ambos os membros ainda que sem significado estatístico.

Ellenbecker & Roetert (1999) num estudo onde avaliaram tenistas com 20 repetições a 300°/s. Concluíram que os RI são significativamente mais resistentes que os RE.

3.4.4. Comparações bilaterais

Na natação Sincronizada a grande maioria das remadas são realizadas de forma simétrica pelos dois membros superiores. Também nas técnicas de nado os membros são usados de forma equitativa. Pelo que este não é um desporto onde um dos membros seja dominante relativamente a outro.

Os dados obtidos através da avaliação isocinética permite-nos comparar os valores entre os dois membros, dominante e não dominante.

São poucos os estudos que referem comparações bilaterais nos membros superiores contudo, Ellenbecker & Davis (2000) referem que uma diferença de 10 a 15% é considerada significativa. Ivey, Calhoun, Rusche & Bierschenk (1985) consideram um valor máximo de 5% a 10% de dominância de um dos braços como valor normal para não desportistas e desportistas de recreação.

Já Schneider *et al* (2006) indicam que valores entre 0 a 20% de dominância de um dos membros superiores são normais.

Ramsi *et al.* (2004) avaliaram nadadores ao longo de uma época desportiva e não encontraram diferenças significativas entre valores de força de RI e RE e de rácios RI/RE entre MD e MND.

Olivier *et al.* (2008) avaliaram 20 nadadores de alto nível e um grupo de controlo de 20 sedentários e constataram que os nadadores apresentam rácios RE/RI avaliados a 60°/s significativamente inferiores aos indivíduos sedentários, sendo os mesmos significativamente superiores no MD.

Gozlan *et al.* (2006) compararam a força dos rotadores do ombro num grupo de nadadoras e não encontraram diferenças significativas entre membros.

3.4.5.Utilização de valores normativos

Os parâmetros musculares avaliados pela dinamometria isocinética permitem comparações intra-indivíduo e inter-indivíduos.

Avaliações **intra-indivíduo** incluem comparações de capacidade de produção de torque, trabalho e potência entre membros e dos valores de torque máximo entre musculaturas antagonistas (razão agonista/antagonista).

Comparações **inter-indivíduos** são feitas com dados normativos determinados para populações específicas. Os parâmetros isocinéticos têm sido usados para estabelecer dados normativos para várias musculaturas em diversas populações e podem ser utilizados para identificar indivíduos que apresentam deficits na função muscular. É importante ressaltar que comparações com dados normativos somente são adequadas quando o equipamento utilizado, as condições de teste (fatores relacionados ao protocolo), as características do indivíduo (faixa etária, nível de atividade, sexo, dados clínicos) são equivalentes aos do estudo que forneceu os dados de referência. (Aquino, 2007)

3.4.6.Correção do efeito da gravidade

Outro fator que afeta a produção de força é a gravidade. Durante testes envolvendo movimento no plano vertical, as forças que agem sobre o sistema

de alavanca são a força muscular e a força gravitacional. Assim, a força registada pelo dinamômetro não é a força muscular real, mas a força gerada pela resultante da força muscular e da força gravitacional (Herzog, 1988). No sentido de controlar esse efeito e obter valores válidos é necessária a correção pela gravidade. No entanto, só podem ser comparadas medidas que foram calculadas de maneiras similares. Por isso tais procedimentos devem ser claramente documentados tanto por pesquisadores quanto por clínicos para permitir comparações entre testes isocinéticos (Aquino, 2007).

CAPÍTULO III- METODOLOGIA

1. Amostra

1.1. Caracterização do plano de treino da amostra

2. Procedimentos

2.1. Avaliação de força isocinética dos rotadores do ombro

2.1.1. Instrumento, posição, velocidade e protocolos de avaliação utilizados

2.1.2. Variáveis de estudo

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

2.3. Período de destreino

2.4. Avaliação maturacional

3. Tratamento Estatístico

CAPÍTULO III – METODOLOGIA

1. Amostra

A amostra inicial da investigação foi constituída por 19 nadadoras de natação sincronizada, todas do mesmo clube desportivo, pertencentes aos escalões infantis e juvenis. A todas as participantes e respetivos encarregados de educação foram explicados os objetivos do estudo, após o qual, assinaram uma declaração de consentimento para participarem no estudo (anexo 1). Todos os procedimentos foram previamente aprovados pela comissão de ética da área de saúde e bem-estar da Universidade de Évora e estiveram de acordo com a declaração de Helsínquia de 1975.

Estabeleceu-se os seguintes critérios de admissão para os distintos grupos:

- Nadadoras de natação sincronizada com idades compreendidas entre os 11 e os 14 anos, inclusive;
- Mínimo de 3 anos de prática
- Participação em competição nacionais
- Treino de água de pelo menos 4h por semana.
- Sem patologias que possam ser impeditivas da realização do esforço descrito no protocolo.

Durante o decurso do estudo uma das nadadoras ficou impedida de treinar por motivos de lesão o que reduziu a amostra a 18 nadadoras.

Após o 1º período de avaliação efetuámos uma estratificação da amostra de forma aleatória, do grupo de nadadoras, criando 2 grupos distintos: i) grupo experimental, composto por dez nadadoras (N = 10), que para além do treino normal de água realizou trabalho compensatório 3 vezes por semana; ii) grupo

de controlo (N = 8), que realizou apenas o treino de água. Os parâmetros de caracterização da amostra dividida por grupos encontra-se no quadro 2.

Quadro 2 – Apresentação dos parâmetros de caracterização da amostra (média ± desvio padrão).

Grupos	Experimental	Controlo	p
Idade (anos)	12.00 ± 1.41	12.13 ± 1.13	.841
Altura (cm)	151.15 ± 9.44	150.71 ± 5.56	.904
Massa (Kg)	43.10 ± 10.87	45.63 ± 6.75	.555
Nível maturacional (% Estatura matura predita)	90.02 ± 7.68	91.89 ± 3.09	.493

p Teste *t* para amostras independentes

Na amostra havia 3 nadadoras cujo braço dominante era o esquerdo, sendo duas do grupo experimental e uma do grupo de controlo.

1.1 Caracterização do plano de treino da amostra

Todos os elementos da amostra do presente estudo pertencem à mesma equipa. Dado a especificidade desta disciplina e a influência que alguns aspetos do treino podem ter nos níveis de força das nadadoras, achámos pertinente caracterizar o treino a que estas atletas estiveram sujeitas durante o desenrolar do estudo.

Estas nadadoras treinam 5 dias por semana. O treino é composto por um aquecimento e treino de flexibilidade que tem a duração de 30 minutos seguido de treino na água com tempo variado de acordo com o quadro 3.

No treino na água à terça, quinta e sexta o grupo utiliza uma única pista e à quarta e sábado utiliza 3 pistas da piscina.

Nenhuma destas nadadoras efetua qualquer treino de força à exceção do trabalho abdominal.

	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
Treino em seco	-	30min	30min	30min	30min	30min
Tempo Água	-	45min	60min	45min	45min	120min
Tempo de treino	-	75min	90min	75min	75min	150min

Quadro 3: Tempo de treino

Dado o limitado tempo de treino que este grupo tem para treinar, é necessário fazer opções ao longo de toda a época de acordo com os objetivos propostos para o grupo. Desta forma as características do treino de água variam de acordo com o momento da época. Podemos definir três tipos de treino, 1º- predominio da natação, 2º - predominio de figuras e 3º - predominio de esquemas.

Conforme pode ser observado na figura 7 a época inicia-se com uma forte componente de natação, já que esta é a forma mais rápida de se conseguirem as adaptações fisiológicas ao nível da resistência aeróbia e anaeróbia, mas ao longo da época vai perdendo a sua preponderância (figura 8) acabando na maioria dos treinos por servir apenas como tarefa de aquecimento. À medida que a época avança passa a haver um aumento do tempo destinado ao treino de figuras e posteriormente ao treino de esquemas.

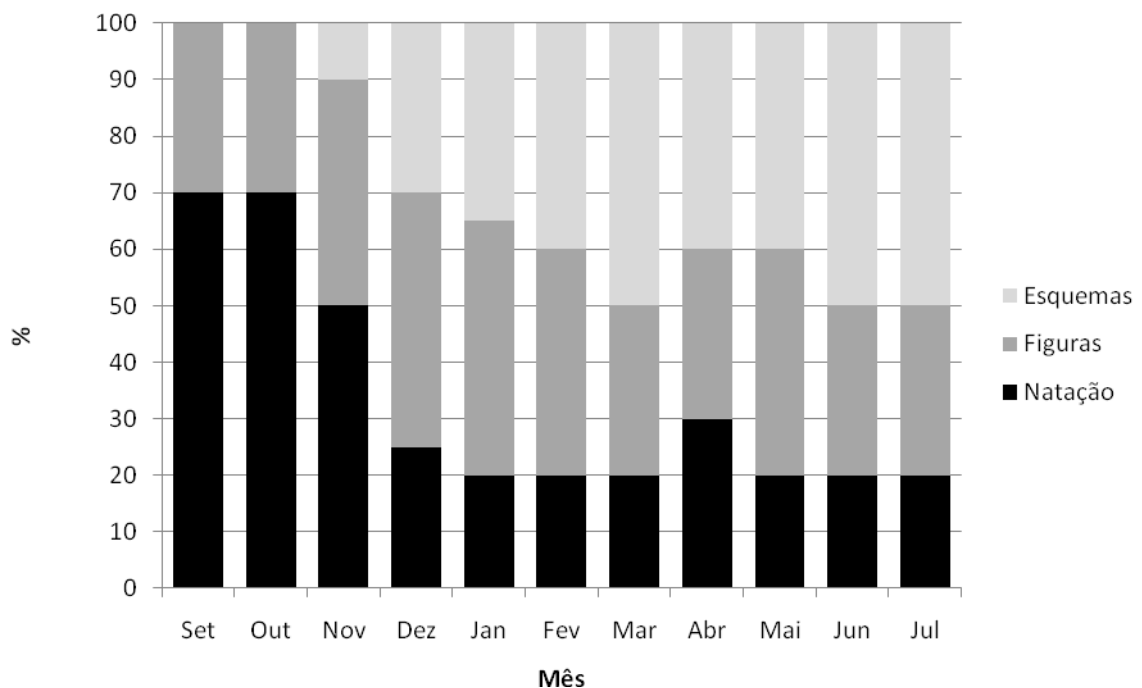


Figura 7: Percentagem de tempo atribuído a cada componente do treino

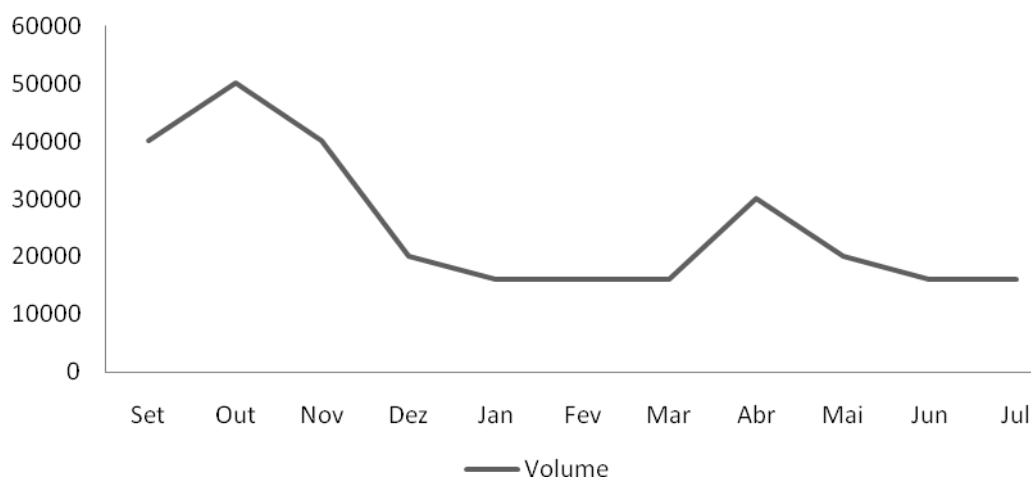


Figura 8: Organização do volume mensal referente às técnicas de nado e técnicas específicas possíveis de contabilizar em metros.

2. Procedimentos

2.1. Avaliação de força isocinética dos rotadores dos ombros

Para a realização do presente estudo todas as atletas foram submetidas a 3 momentos de avaliação. O período de avaliação decorreu entre outubro e Janeiro, o que coincidiu com o início da época desportiva, não ocorrendo nenhuma competição durante o este período.

Os momentos de avaliação decorreram da seguinte forma:

- 1ª Avaliação – antes da intervenção – Outubro
- 2ª Avaliação – No final da intervenção (9ª semana) – Dezembro
- 3ª Avaliação – 3 semanas após o término da intervenção (12ª semana) -Janeiro

Todas as avaliações decorreram no mesmo dia da semana, havendo o cuidado de efetuar a avaliação com um dia de descanso desde o último treino.



Figura 9 - Diagrama representativo do desenho da situação experimental

2.1.1. Instrumento, posição, velocidade e protocolos de avaliação utilizados

Por forma a avaliarmos os níveis de força dos rotadores dos ombros utilizámos o dinamómetro isocinético (Biodex System 3 - Biodex Corp., Shirley, NY, USA).

Segundo a literatura consultada este dinamómetro é reconhecido pela comunidade científica como um aparelho fiável e válido para a realização de avaliações isocinéticas. (Stickley, Hetzler, Freemyer & Kimura, 2008; Taylor, Greve & Amatuzzi, 1991; Drouin, Valovich-mcLeod, Schultz, Gansneder & Perrin., 2004).

Os resultados da avaliação de força nos rotadores do ombro tem sido testada em muitas posições, verificando-se que os resultados variam grandemente conforme a posição testada (Ellenbecker e Davies, 2000; Hill *et al.*, 2005; Toledo *et al.*, 2008), uma vez que na literatura não existe uma posição

consensual de avaliação (Hill *et al.*, 2005), optámos por fazer a avaliação na posição sentada neutra modificada (figura 10).

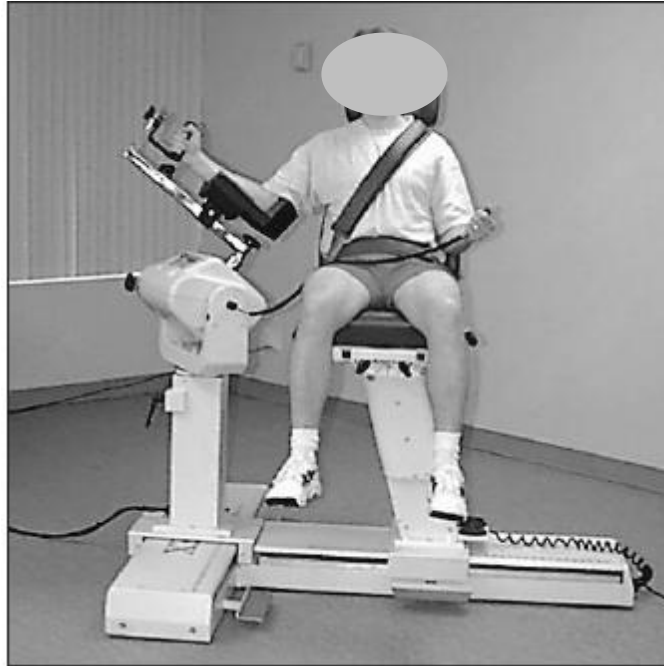


Figura 10 – Posição inicial da avaliação isocinética

Ao optarmos por esta posição tivermos em consideração a idade das nadadoras, o gesto técnico efetuado por estas nas remadas, nomeadamente na remada americana, uma vez que é aquela que é mais utilizada nas posições invertidas. Desta forma entendemos que a posição com maior validade ecológica, para se fazer a avaliação é a posição sentada, com o braço a 45° de abdução, no plano da omoplata e 30° no plano frontal, indicada no manual do biodex como posição neutra modificada sentada.

O posicionamento das nadadoras e o alinhamento das articulações foram efetuados de acordo com as instruções definidas no manual do dinamómetro Biodex System 3 - Biodex Corp., Shirley, NY, USA. Todos os ajustes foram registados na primeira avaliação, para cada sujeito, de forma a permitir mantê-los nas avaliações seguintes.

Relativamente à velocidade angular e número de repetições utilizadas durante a avaliação e tendo em conta a literatura consultada, optámos por realizar os seguintes protocolos:

Protocolo 1 – realização de 3 repetições a 60°/s em ações concêntricas em ambos os ombros com encorajamento verbal, que foi dado ao longo das 3 repetições.

Protocolo 2 – realização de 20 repetições a 180°/s em ações concêntricas com encorajamento verbal no início, a meio e nas últimas 5 repetições.

Todos os indivíduos da amostra, antes de iniciarem os protocolos, realizaram um aquecimento estandardizado, através de mobilização articular e alongamentos, com especial incidência nos ombros. Todas foram informadas das tarefas a realizar e antes da 1ª sessão de avaliação existiu um período de habituação ao dinamómetro (2 sessões).

A avaliação iniciou-se com o protocolo 1 seguido do protocolo 2 com 2min de pausa entre ambos. Efetuámos em primeiro lugar o membro dominante seguido do membro não dominante.

Antes do início da avaliação, com as nadadoras devidamente sentadas e preparadas no dinamómetro pediu-se às nadadoras que relaxassem o braço, para o pesar de forma a corrigir os efeitos da gravidade. De seguida realizaram um pré-teste através da realização de três repetições em cada uma das velocidades de teste, com o objetivo de, por um lado servir de aquecimento e por outro lado criar alguma habituação à posição, velocidade angular e tarefa a desempenhar.

2.1.2. Variáveis de estudo

De acordo com os objetivos inicialmente propostos para este estudo e tendo em conta as inúmeras variáveis possíveis de analisar através do biodex optámos por analisar apenas 3 delas *peak torque*, rácio RE/RI e o índice de fadiga.

Peak torque – De acordo com Terreri *et al.* (2001) o *peak torque* representa o valor mais elevado de força muscular que um indivíduo consegue efetuar durante a totalidade da amplitude de movimento numa dada repetição. O *peak torque* tem como unidade o Newton-metro (Nm).

Esta grandeza Física, denominada por Momento de Força (Torque), tem como unidade o Newton metro [Nm] e é expressa por:

$$\text{Torque (T)} = \text{Força (F)} \times \text{Braço da alavanca (d)}$$

Rácio RE/RI – Segundo Tata *et al.* (1993), os rácios agonistas /antagonistas podem caracterizar a qualidade do equilíbrio muscular, por isso a qualidade dessa relação apresenta-se como muito importante quando se tenta definir o equilíbrio muscular no ombro. Na relação dessa tarefa utiliza-se normalmente o rácio tradicional, ou seja a razão entre a força concêntrica dos rotadores externos sobre a força concêntrica dos rotadores internos.

Os rácios foram calculados através da seguinte fórmula (Ellenbecker & Davies, 2000):

$$(\text{Peak Torque RE} / \text{Peak Torque RI}) \times 100$$

Índice de fadiga -O decréscimo dos valores de *Peak torque* e trabalho ao longo de várias repetições de contração da musculatura avaliada é utilizado para a quantificação dos índices de fadiga. Segundo Terreri *et al.* (2001) este parâmetro é apenas utilizado quando o número de repetições for igual ou superior a seis, mostrando-se a proporção (em percentagem) da metade final sobre a metade inicial do trabalho realizado.

O cálculo do índice de fadiga foi efetuado de acordo com as recomendações do fabricante do instrumento de avaliação (Biodex corporation, 1995), o qual utiliza a seguinte equação:

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

W1 - Trabalho realizado no 1º terço das repetições

W2 - Trabalho realizado no último terço das repetições

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

Tal como foi descrito anteriormente, o grupo experimental para além do treino de flexibilidade e treino de água efetuou 9 semanas de treino compensatório de força dos grupos musculares do ombro, com uma maior incidência nos rotadores externos do ombro.

O programa de treino ao qual as nadadoras do grupo experimental se sujeitaram foi composto por 3 exercícios, no qual utilizaram bandas elásticas Thera-Bands® e que foram efetuados 3 vezes por semana, antes do treino na água. Entre cada exercício cada nadadora descansou 1 minuto.

Para cada um dos exercícios propostos todas as atletas tiveram uma semana de adaptação com a banda amarela. Neste período a nossa principal preocupação foi o ensino da técnica de execução correta. No final desse período experimental todas as nadadoras realizaram os exercícios com a banda vermelha de forma a determinar a resistência inicial do treino, no caso das nadadoras que superaram as 30 repetições na última série iniciaram o treino com banda de cor/resistência imediatamente seguinte, ou seja a banda verde.

Em todos os treinos efetuados um dos responsáveis por este trabalho esteve presente, para que todos os pressupostos fossem cumpridos.

Exercício 1 (figura11):

Posição inicial: posição bípede próxima da posição anatómica de referência

Colocação da Banda: Banda em tensão presa nas mãos

Movimento: abdução dos braços com rotação externa

Posição Final: angulo entre braço e tronco de aproximadamente 50 a 60°

Series: 2 x 20 rep + 1 x máx rep; pausa de 30 seg entre repetições

Aumento da resistência: quando ultrapassar as 30 repetições na ultima série

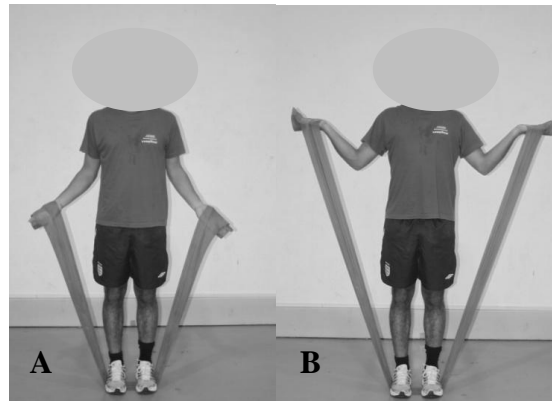


Figura 11 - 1º exercício do programa de força compensatório. A- posição inicial; B - posição final

Exercício 2 (figura 12)

Posição inicial: posição bípede, ombro em 90° de flexão no plano da omoplata, cotovelos em flexão total e mãos em pronação acima dos ombros

Colocação da Banda: Banda em tensão presa nas mãos

Movimento: Extensão do cotovelo e flexão do ombro

Posição Final: posição bípede com membros superiores estendidos acima da cabeça

Series: 2 x 20 rep + 1 x máx rep; pausa de 30 seg entre repetições

Aumento da resistência: quando ultrapassar as 30 repetições na ultima série

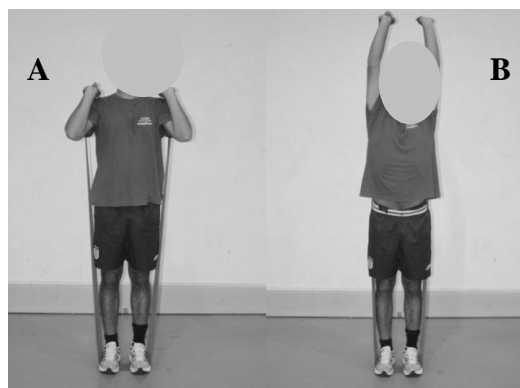


Figura 12 - 2º exercício do programa de força compensatório. A- posição inicial; B - posição final

Exercício 3 (figura 13)

Posição inicial: posição bípede próxima da posição anatómica de referência

Colocação da Banda: Banda em tensão presa nas mãos

Movimento: abdução dos braços em simultâneo no plano da omoplata

Posição Final: posição bípede com membros superiores em amplitude total de abdução, perto dos 160°

Séries: 2 x 20 rep + 1 x máx rep; pausa de 30 seg entre repetições

Aumento da resistência: quando ultrapassar as 30 repetições na ultima série

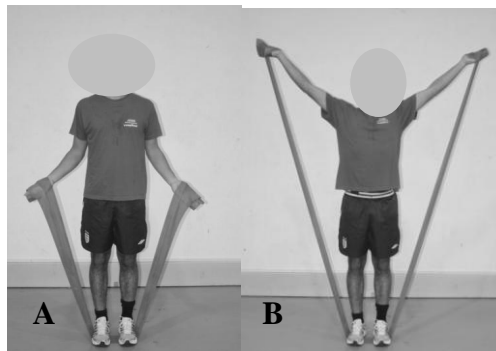


Figura 13 - 3º exercício do programa de força compensatório. A- posição inicial; B - posição final

2.3.Período de destreino

Tendo em conta os objetivos deste trabalho foi definido um período de destreino de 3 semanas. Após as 9 semanas de trabalho compensatório de força, o grupo experimental passou a realizar apenas o trabalho de água.

2.4.Avaliação do nível maturacional

De forma a verificar se existiam diferenças maturacionais entre os dois grupos da amostra utilizámos o indicador de maturação somática a percentagem da altura predita, baseada no método Khamis & Roche (1994).

Segundo esta metodologia quanto mais maturo estiver um indivíduo mais próximo se encontra da sua altura adulta, sendo o indicador maturacional dado

pela percentagem de estatura matura predita já alcançada no momento da medição.

O método de determinação da estatura matura predita (Khamis & Roche, 1994 Khamis & Roche, 1994,1995,) utiliza a estatura (in), massa corporal (lb) e estatura média parental (in), recorrendo à multiplicação das variáveis apresentadas por coeficientes de ponderação associados à idade cronológica dos observados. O cálculo foi efetuado tendo por base a seguinte formula:

$$EMP = intercept + estatura * (coeficiente para estatura) + massa corporal * (coeficiente para a massa corporal) + estatura média parental * (coeficiente para a estatura média parental).$$

Os valores do intercept e restantes coeficientes podem ser consultados na tabela calculada por Khamis & Roche (1994), considerando a idade cronológica de cada indivíduo (anexo 2).

De forma a determinar a percentagem de estatura matura predita alcançada no momento da medição efetuámos o seguinte calculo:

$$\% EMP = (estatura no momento / estatura matura predita) \times 100$$

3. Estatística

Os dados foram alvo de uma análise estatística descritiva e inferencial. Na estatística descritiva foram utilizadas as médias, desvios padrão e intervalos de confiança com 95%.

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*.

Foi utilizado o teste *t de Student* para amostras independentes a fim de comparar valores de início entre o grupo experimental e o grupo de controlo.

Como forma de efetuar a comparação entre MD e MND relativamente ao equilíbrio muscular (rácio RE/RI), utilizou-se o teste *t de Student* para amostras emparelhadas.

Para analisar os efeitos do treino e destreino, foi utilizada a técnica estatística análise de variância (*Anova*) com medidas repetidas equacionando os fatores grupo e momento de avaliação.

Foi também efetuada uma análise intra-grupo entre o início e as 9 semanas e entre as 9 semanas e as 12 semanas, usando-se para o efeito o teste *post-hoc* de Bonferroni.

Para o tratamento estatístico, foi utilizado o programa SPSS 20 (*IBM SPSS Statistics 20*). Para todos os testes foi utilizado um nível de significância de $p < 0.05$.

CAPÍTULO IV- APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

1. Caracterização do perfil de força isocinética dos rotadores dos ombros antes do período de intervenção.
 2. Efeitos de um período de treino compensatório na força e fadiga dos rotadores dos ombros e respetivos rácios unilaterais
 3. Efeitos do destreino relativo ao programa de treino compensatório na força e fadiga dos rotadores dos ombros e respetivos rácios unilaterais
 4. Comparação dos valores de rácios (RE/RI) entre braço dominante e não dominante, durante os 3 momentos de avaliação
-

CAPÍTULO IV – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

1. Caracterização do perfil de força isocinética dos rotadores dos ombros antes do período de intervenção.

Os resultados serão apresentados conforme os objetivos específicos indicados na introdução deste trabalho, porém não necessariamente na mesma ordem. Iniciamos este capítulo com a caracterização inicial do grupo experimental e de controlo bem como uma análise comparativa entre os dois grupos.

Os quadros que se seguem apresentam uma caracterização da amostra através das médias e desvios padrão antes da intervenção.

Quadro 4 - Caracterização da amostra antes da intervenção através das médias e respetivos desvios padrão (DP), *Peak torques* (Nm), Rácios RE/RI (%) e índice de fadiga

	G. Experimental (média±DP)	G. Controlo (média±DP)	<i>p</i>
Membro Dominante 60°/s			
PT-RE (nm)	12.77 ± 4.05	12.81 ± 3.57	.982
PT-RI (nm)	16.10 ± 4.75	17.4 ± 3.70	.535
Rácio RE/RI (%)	81.29 ± 23.32	72.71 ± 14.34	.377
Membro não dominante 60°/s			
PT-RE (nm)	12.49 ± 3.66	11.51 ± 2.76	.541
PT-RI (nm)	17.52 ± 6.18	17.68 ± 5.93	.958
Rácio RE/RI (%)	72.87 ± 7.29	67.30 ± 12.27	.281
Membro Dominante 180°/s			
PT-RE (nm)	13.33 ± 3.03	14.01 ± 2.74	.627
PT-RI (nm)	17.42 ± 5.18	17.41 ± 4.46	.997
Rácio RE/RI (%)	79.44 ± 18.04	81.91 ± 9.98	.734
Índice Fadiga RE (nm)	29.4 ± 6.00	24.28 ± 11.37	.235
Índice Fadiga RI (nm)	28.43 ± 19.52	27.8 ± 13.39	.939
Membro não dominante 180°/s			
PT-RE (nm)	13.44 ± 3.35	13.49 ± 3.65	.977
PT-RI (nm)	19.21 ± 6.03	17.15 ± 5.52	.466
Rácio RE/RI (%)	72.30 ± 14.15	82.8 ± 22.28	.241
Índice Fadiga RE (nm)	27.91 ± 4.79	26.06 ± 13.50	.721
Índice Fadiga RI (nm)	22.03 ± 13.30	16.43 ± 9.11	.326

p – teste t para amostras independentes

Quer na avaliação efetuada à velocidade angular de 60°/s, quer à velocidade angular de 180°/s podemos constatar que os valores de força são semelhantes entre o grupo de controlo e o grupo experimental não existindo diferenças estatisticamente significativas entre grupos em nenhuma das variáveis de estudo.

2. Efeitos de um período de treino compensatório na força e fadiga dos rotadores dos ombros e respetivos rácios unilaterais

Nos quadros apresentados abaixo são indicados os resultados relativos a um possível efeito do programa de treino de força compensatório nos músculos rotadores dos ombros.

No quadro 5 relativo à avaliação do braço dominante a uma velocidade angular de 60°/s, podemos verificar que existem alterações estatisticamente significativas ($p=0.033$) no grupo de controlo no *peak torque* dos rotadores internos. Não existem diferenças significativas entre grupos.

Quadro 5 – Efeitos do treino de força compensatório nos *Peak torques* (Nm) das rotações internas e externas do membro dominante e respetivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 60°/s. Resultados antes da intervenção e após 9 semanas de treino compensatório.

	Início (média±DP)	9 Semanas (média±DP)	Alterações 9 semanas Alterações (95% IC)	<i>p</i>
<i>Peak torque</i> RE (Nm)				
G. Experimental	12.77 ± 4.05	12.74 ± 3.71	-0.03 (-1.49 a 1.55)	.801
G. Controlo	12.81 ± 3.57	12.35 ± 2.39	-0.46 (-2.16 a 1.23)	
<i>Peak torque</i> RI (Nm)				
G. Experimental	16.10 ± 4.75	15.33 ± 5.39	-0.77 (-1.56 a 3.10)	.710
G. Controlo	17.4 ± 3.70	14.54 ± 2.65	-2.86 (-5.46 a -0.26) *	
Rácio RE/RI (%)				
G. Experimental	81.29 ± 23,32	85.38 ± 12.85	4,09 (-10.91 a 19.09)	.983
G. Controlo	72.71 ± 14.34	85.25 ± 11.58	12.54 (- 4.23 a 29.30)	

p análise de variância para medidas repetidas ajustadas ao valor de início para comparação entre grupos no final das 9 semanas

*Diferenças significativas intra-grupo entre início e 9 semanas ($p<0.05$)

Para a mesma velocidade angular, foram observados resultados do MND semelhantes aos encontrados para o MD, uma vez que não existiram diferenças estatisticamente significativas entre grupos.

Relativamente às alterações intra-grupo, verificamos existirem diferenças estatisticamente significativas em ambos os grupos, grupo experimental ($p=0,021$) e grupo de controlo ($p=0,002$), no *peak torque* dos rotadores internos, e no rácio agonista/antagonista, grupo experimental ($p=0,017$) e grupo de controlo ($p=0,000$) (quadro 6)

Quadro 6 – Efeitos do treino de força compensatório nos *Peak torques* (Nm) das rotações internas e externas do membro não dominante e respetivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 60°/s. Resultados antes da intervenção e após 9 semanas de treino compensatório.

	Início (média±DP)	9 Semanas (média±DP)	Alterações 9 semanas Alterações (95% IC)	<i>p</i>
<i>Peak torque</i> RE (Nm)				
G. Experimental	12.49 ± 3.66	12.20 ± 3.85	-0.29 (-1.41 a 0.83)	.845
G. Controlo	11.51 ± 2.76	11.90 ± 1.99	0.39 (-0.86 a 1.64)	
<i>Peak torque</i> RI (Nm)				
G. Experimental	17.52 ± 6.18	14.72 ± 4.88	-2.80 (-5.11 a -0.49)*	.411
G. Controlo	17.68 ± 5.93	13.18 ± 1.84	- 4.50 (-7.08 a -1.92)**	
Rácio RE/RI (%)				
G. Experimental	72.87 ± 7.29	83.40 ± 8.04	10.53 (2.15 a 18.901)*	.213
G. Controlo	67.30 ± 12.27	91.43 ± 17.50	24.13(14.76 a 33.49)**	

p análise de variância para medidas repetidas ajustadas ao valor de início para comparação entre grupos no final das 9 semanas

*Diferenças significativas intra-grupo entre início e 9 semanas ($p<0.05$)

**Diferenças significativas intra-grupo entre início e 9 semanas ($p<0.01$)

Relativamente aos resultados das avaliações efetuadas com base no protocolo de 20 repetições a 180°/s podemos verificar que também aqui não existem diferenças estatisticamente significativas entre grupos no MD. (quadro 7)

Relativamente às alterações intra-grupo, verificamos que existem diferenças estatisticamente significativas no índice de fadiga do RE do MD do grupo de controlo ($p=0.003$).

Quadro 7– Efeitos do treino de força compensatório nos *Peak torques* (Nm) das rotações internas e externas do membro dominante e respetivos rácios RE/RI (%) e índices de fadiga à velocidade angular de 180°/s. Resultados do início da intervenção e após as 9 semanas.

	Início (média±DP)	9 Semanas (média±DP)	Alterações 9 semanas Alterações (95% IC)	<i>p</i>
<i>Peak torque</i> RE (Nm)				
G. Experimental	13.33 ± 3.03	13.32 ± 2.81	-0.01 (-0.69 a 0.67)	.838
G. Controlo	14.01 ± 2.74	13.58 ± 2.25	-0.44 (-1.20 a 0.33)	
<i>Peak torque</i> RI (Nm)				
G. Experimental	17.42 ± 5.18	16.51 ± 4.28	-0.91 (-3.54 a 1.72)	.899
G. Controlo	17.41 ± 4.46	16.73 ± 2.13	-0.69 (-3.63 a 2.26)	
Rácio RE/RI (%)				
G. Experimental	79.44 ±18.04	82.41 ± 14.90	2.97 (-9.24 a 15.18)	.905
G. Controlo	81.91 ± 9.98	81.49 ± 17.34	-0.43 (-14.08 a 13.23)	
Índice de Fadiga RE (%)				
G. Experimental	29.4 ± 6.00	33.92 ± 6.36	4.52 (-1.26 a 10.30)	.790
G. Controlo	24.28 ± 11.37	34.83 ± 7.87	10.55 (4.08 a 17.02) **	
Índice de Fadiga RI (%)				
G. Experimental	28.43 ± 19.52	38.06 ±15.83	9.63 (-1.69 a 20.95)	.836
G. Controlo	27.80 ± 13.39	36.71 ± 9.82	8.91 (-3.74 a 21.57)	

p análise de variância para medidas repetidas ajustadas ao valor de início para comparação entre grupos no final das 9 semanas

**Diferenças significativas intra-grupo entre início e 9 semanas ($p < 0.01$)

No que respeita aos resultados das avaliações efetuadas com base no protocolo de 20 repetições a 180°/s podemos verificar que não existem diferenças estatisticamente significativas entre grupos no MND. (quadro 8)

Relativamente às alterações intra-grupo, verificamos que existem diferenças estatisticamente significativas no índice de fadiga do RI do MND do grupo de experimental ($p=0.039$).

Quadro 8 – Efeitos do treino de força compensatório nos *Peak torques* (Nm) das rotações internas e externas do membro não dominante e respetivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 180°/s. Resultados do início da intervenção e após as 9 semanas.

	Início (média±DP)	9 Semanas (média±DP)	Alterações 9 semanas Alterações (95% IC)	<i>p</i>
<i>Peak torque</i> RE (Nm)				
G. Experimental	13.44 ± 3.35	13.06 ± 3.69	-0.38 (-2.26 a 1.50)	.776
G. Controlo	13.49 ± 3.65	12.66 ± 1.31	-0.83 (-2.93 a 1.28)	
<i>Peak torque</i> RI (Nm)				
G. Experimental	19.21 ± 6.03	16.40 ± 4.09	-2.81 (-6.28 a 0.66)	.549
G. Controlo	17.15 ± 5.52	15.44 ± 1.91	-1.71 (-5.59 a 2.16)	
Rácio RE/RI (%)				
G. Experimental	72.30 ± 14.15	81.05 ± 20.36	8,75 (-8.18 a 25.68)	.910
G. Controlo	82.80 ± 22.28	80.06 ± 15.03	-2.74 (-21.67 a 16.19)	
Índice de Fadiga RE (%)				
G. Experimental	27.91 ± 4.79	31.88 ± 10.29	3.97 (-6.17 a 14.11)	.915
G. Controlo	26.06 ± 13.50	32.4 ± 9.92	6.34(-5.0 a 17.68)	
Índice de Fadiga RI (%)				
G. Experimental	22.03 ± 13.30	35.99 ± 13.84	13.96 (-27.158 a -0.76)*	.190
G. Controlo	16.425 ± 9.11	27.34 ± 12.61	10.91 (-3.843 a 25.67)	

p análise de variância para medidas repetidas ajustadas ao valor de início para comparação entre grupos no final das 9 semanas

*Diferenças significativas intra-grupo entre início e 9 semanas ($p < 0.05$)

3.Efeitos do destreino relativo ao programa de treino compensatório na força e fadiga dos rotadores dos ombros e respetivos rácios unilaterais

Os resultados apresentados de seguida dizem respeito ao efeito de um período de ausência do treino compensatório específico nos rotadores do complexo articular do ombro, com a duração de 3 semanas, comparando os resultados intra e entre grupos.

Nas avaliações efetuadas com o protocolo de 3 repetições a 60°/s, no MD apenas existem diferenças estatisticamente significativas no grupo experimental no *peak torque* dos RE ($p=0.049$). (Quadro 9)

Quadro 9 – Efeitos do destreino nos *Peak torques* (Nm) das rotações internas e externas do membro dominante e respetivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 60°/s. Resultados do fim da intervenção e após 3 semanas

	9 Semanas (média±DP)	12 Semanas (média±DP)	Alterações 12 semanas Alterações (95% IC)	<i>p</i>
<i>Peak torque</i> RE (Nm)				
G. Experimental	12.74 ± 3.71	11.37 ± 3.25	-1.37 (0.01 a 2.74)*	.348
G. Controlo	12.35 ± 2.39	12.61 ± 1.79	0.26 (-1.26 a 1.79)	
<i>Peak torque</i> RI (Nm)				
G. Experimental	15.33 ± 5.39	13.18 ± 3.62	-2.15 (-3.95 a -0.35)	.784
G. Controlo	14.54 ± 2.65	13.59 ± 2.18	-0.95 (-2.96 a 1.06)	
Rácio RE/RI (%)				
G. Experimental	85.38 ± 12.85	87.85 ± 16.74	2.47 (-14.76 a 9.82)	.417
G. Controlo	85.25 ± 11.58	93.55 ± 10.77	8.30 (-5.44 a 22.04)	

p – análise de variância para medidas repetidas ajustadas ao valor de 9 semanas para comparação entre grupos no final das 12 semanas

*Diferenças significativas intra-grupo entre as 9 semanas e as 12 semanas ($p < 0.05$)

O quadro 10 relativo à avaliação do MND a uma velocidade angular de 60°/s, podemos verificar que existem alterações estatisticamente significativas no grupo experimental no *peak torque* dos rotadores internos ($p=0.000$) e no rácio agonista/antagonista, no grupo experimental ($p=0,39$). Não existem diferenças significativas entre grupos.

Quadro 10 – Efeitos do destreino nos *Peak torques* (Nm) das rotações internas e externas do membro não dominante e respetivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 60°/s. Resultados do fim da intervenção e após 3 semanas.

	9 Semanas (média±DP)	12 Semanas (média±DP)	Alterações 12 semanas Alterações (95% IC)	<i>p</i>
<i>Peak torque</i> RE (Nm)				
G. Experimental	12.20 ± 3.85	10.90 ± 2.38	-1.30(-2.77 a 0.17)	.848
G. Controlo	11.90 ± 1.99	10.73 ± 0.97	-1.18 (-2.82 a 0.47)	
<i>Peak torque</i> RI (Nm)				
G. Experimental	14.72 ± 4.88	11.62 ± 4.40	-3.10 (-4.21 a - 1.99)**	.767
G. Controlo	13.18 ± 1.84	12.14 ± 2.26	-1.04 (-2.28 a 0,20)	
Rácio RE/RI (%)				
G. Experimental	83.40 ± 8.04	93.36 ± 16.22	9,96(0.59 a 19.32)*	.213
G. Controlo	91.43 ± 17.50	90.85 ± 17.69	-0.58 (-22.15 a 21.00)	

p – análise de variância para medidas repetidas ajustadas ao valor de 9 semanas para comparação entre grupos no final das 12 semanas

*Diferenças significativas intra-grupo entre as 9 semanas e as 12 semanas ($p < 0.05$)

**Diferenças significativas intra-grupo entre as 9 semanas e as 12 semanas ($p < 0.01$)

Podemos verificar que nos resultados das avaliações realizadas a 180°/s continua a não haver diferenças significativas entre grupos, quer no MD quer no MND. (Quadro 11 e 12)

Relativamente às alterações intra-grupo verificamos que existem diferenças significativas no grupo experimental no *peak torque* dos rotadores internos do MD ($p=0,001$) bem como nos rácios agonista/antagonista do MD ($p=0,021$).

No que respeita ao MND as diferenças intra grupo são estatisticamente significativas no *peak torque* dos rotadores internos do grupo experimental ($p=0.000$) e do grupo de controlo ($p=0.017$). (Quadro 11 e 12)

Quadro 11– Efeitos do destreino nos *Peak torques* (Nm) das rotações internas e externas do membro dominante e respetivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 180°/s. Resultados do fim da intervenção e após 3 semanas.

	9 Semanas (média±DP)	12 Semanas (média±DP)	Alterações 12 semanas Alterações (95% IC)	<i>p</i>
<i>Peak torque</i> RE (Nm)				
G. Experimental	13.32 ± 2.81	12.43 ± 2.80	-0.89 (-0.44 a 2.22)	.317
G. Controlo	13.58 ± 2.25	13.54 ± 1.26	-0.04 (-1.53 a 1.45)	
<i>Peak torque</i> RI (Nm)				
G. Experimental	16.51 ± 4.28	13.00 ± 2.67	-3.51 (-5.43 a -1.59)**	.105
G. Controlo	16.73 ± 2.13	15.01 ± 2.18	-1.71 (-3.86 a 0.44)	
Rácio RE/RI (%)				
G. Experimental	82.41 ± 14.90	95.76 ± 16.93	13.35 (-24.43 a -2,27)*	.597
G. Controlo	81.49 ± 17.34	91.64 ± 14.99	10.15 (-2.24 a 22.54)	
Índice de Fadiga RE (%)				
G. Experimental	33.92 ± 6.36	30.01 ± 6.29	-3.91 (-11.17 a 3.35)	.381
G. Controlo	34.83 ± 7.87	34.21 ± 13.06	-0.61 (-8.73 a 7.51)	
Índice de Fadiga RI (%)				
G. Experimental	38.06 ± 15.83	36.09 ± 13.24	-1.97 (-14.11 a 10.17)	.763
G. Controlo	36.71 ± 9.82	33.36 ± 24.06	-3.35 (-16.92 a 10.22)	

p – análise de variância para medidas repetidas ajustadas ao valor de 9 semanas para comparação entre grupos no final das 12 semanas

*Diferenças significativas intra-grupo entre as 9 semanas e as 12 semanas ($p<0.05$)

**Diferenças significativas intra-grupo entre as 9 semanas e as 12 semanas ($p<0.01$)

Quadro 12 – Efeitos do destreino nos *Peak torques* (Nm) das rotações internas e externas do membro não dominante e respetivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 180°/s. Resultados do fim da intervenção e após 3 semanas.

	9 Semanas (média±DP)	12 Semanas (média±DP)	Alterações 12 semanas Alterações (95% IC)	<i>p</i>
Peak torque RE (Nm)				
G. Experimental	13.06 ± 3.69	12.11 ± 2.39	-0.95 (-2.50 a 0.60)	.960
G. Controlo	12.66 ± 1.31	12.06 ± 1.21	-0.60 (-2.33 a 1.13)	
Peak torque RI (Nm)				
G. Experimental	16.40 ± 4.09	12.81 ± 3.24	-3.59 (-4.98 a -2.20)**	.637
G. Controlo	15.44 ± 1.91	13.48 ± 2.42	-1.96 (-3.52 a -0.41)*	
Rácio RE/RI (%)				
G. Experimental	81.05 ± 20.36	96.87 ± 16.88	15.82 (-0.13 a 31.77)	.655
G. Controlo	80.06 ± 15.03	92.63 ± 22.74	12.56 (-5.27 a 30.40)	
Índice de Fadiga RE (%)				
G. Experimental	31.88 ± 10.28	33.17 ± 7.36	1.29 (-9.90 a 12.48)	.253
G. Controlo	32.4 ± 9.92	27.6 ± 12.42	-4.80 (-17.31 a 7.71)	
Índice de Fadiga RI (%)				
G. Experimental	35.99 ± 13.84	42.96 ± 15.08	6.97 (-6.04 a 19.98)	.733
G. Controlo	27.34 ± 12.61	40.7 ± 11.78	13.36 (-1.18 a 27.91)	

p – análise de variância para medidas repetidas ajustadas ao valor de 9 semanas para comparação entre grupos no final das 12 semanas

*Diferenças significativas intra-grupo entre as 9 semanas e as 12 semanas ($p < 0.05$)

**Diferenças significativas intra-grupo entre as 9 semanas e as 12 semanas ($p < 0.01$)

4. Comparação dos valores de rácios (RE/RI) entre membro dominante e não dominante, durante os 3 momentos de avaliação

Os quadros seguintes mostram-nos a evolução dos níveis de força e respetivo equilíbrio dos músculos rotadores do complexo articular do ombro com o treino aquático ao longo dos 3 momentos de avaliação.

Quadro 13 – Comparação dos rácios RE/RI entre membro dominante e não dominante ao longo dos 3 momentos de avaliação. Resultados obtidos com o protocolo de 3 repetições a 60º/s.

	G. Experimental (média±DP)	<i>p</i>	G. Controlo (média±DP)	<i>p</i>
Início				
Rácio MD	81.29 ± 23.32	.287	72.71 ± 14.34	.382
Rácio MND	72.87 ± 7.29		67.30 ± 12.27	
9 semanas				
Rácio MD	85.38 ± 12.85	.524	85.25 ± 11.58	.238
Rácio MND	83.40 ± 8.04		91.43 ± 17.50	
12 semanas				
Rácio MD	87.85 ± 16.74	.352	93.55 ± 10.77	.729
Rácio MND	93.36 ± 16.22		90.85 ± 17.68	

p – teste t para amostras emparelhadas

Quadro 14 – Comparação dos rácios RE/RI entre membro dominante e não dominante ao longo dos 3 momentos de avaliação. Resultados obtidos com o protocolo de 20 repetições a 180º/s

	G. Experimental (média±DP)	<i>p</i>	G. Controlo (média±DP)	<i>p</i>
Início				
Rácio MD	79.44 ± 18.04	.123	81.91 ± 9.98	.886
Rácio MND	72.30 ± 14.15		82.80 ± 22.28	
9 semanas				
Rácio MD	82.41 ± 14.90	.801	81.49 ± 17.34	.701
Rácio MND	81.05 ± 20.36		80.06 ± 15.03	
12 semanas				
Rácio MD	95.76 ± 16.93	.832	91.64 ± 14.99	.887
Rácio MND	96.87 ± 16.88		92.62 ± 22.73	

p – teste t para amostras emparelhadas

Podemos verificar que nos resultados das avaliações dos rácios de MD e MND obtidos no protocolo de 3 repetições a 60º/s (Quadro 13) e no protocolo 20 repetições a 180º/s (Quadro 14), não existem diferenças estatisticamente significativas quer no grupo experimental quer no grupo de controlo em nenhum dos momentos de avaliação.

CAPÍTULO V- DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

1. Caracterização do perfil de força isocinética dos rotadores dos ombros antes do período de intervenção.

2. Efeitos de um período de treino compensatório na força e fadiga dos rotadores dos ombros e respetivos rácios unilaterais

3. Efeitos do destreino relativo ao programa de treino compensatório na força e fadiga dos rotadores dos ombros e respetivos rácios unilaterais

4. Comparação dos valores de rácios (RE/RI) entre braço dominante e não dominante, durante os 3 momentos de avaliação

5. Limitações do estudo

CAPÍTULO V – DISCUÇÃO DOS RESULTADOS

1. Caracterização do perfil de força isocinética dos rotadores dos ombros antes do período de intervenção.

Através da avaliação inicial que realizámos podemos constatar que a capacidade de produção de força dos RI é superior à dos RE tal como parece ser consensual na literatura consultada (Batalha *et al.*, 2012; Batalha, Marmeleira, Garrido & Silva, 2012b; Cingel *et al.*, 2007; Ellenbecker & Roetert, 2003; Rupp *et al.*, 1995; Warner *et al.*, 1990; West *et al.*, 2005)

Os resultados mostram que os valores de *peak torque* dos RI são superiores aos dos RE nos dois grupos, em ambos os protocolos e nos dois membros, MD e MND. Este é um resultado esperado uma vez que os grupos musculares que realizam a RI do ombro são anatomicamente maiores e em maior número do que os músculos responsáveis pela RE (Pezarat-correia, 2006). Esta diferença de capacidade de produção de força pode indicar um desequilíbrio muscular, contudo será através dos valores de rácios RE/RI que podemos avaliar essa proporcionalidade.

A proposta do intervalo entre 66% e 75% rácio *RE/RI* como aquele que traduz, do ponto de vista teórico, um equilíbrio muscular adequado entre a força dos rotadores externos e a força dos rotadores internos, parece ser consensual entre vários autores (Alderink & Kuck, 1986; Ellenbecker & Davies, 2000; Cingel *et al.*, 2007; Ramsi *et al.*, 2004; Schneider *et al.*, 2006; Hughes *et al.*, 1999).

Neste estudo os rácios RE/RI encontrados variam entre os $67,30 \pm 12,27\%$ e os $81,29 \pm 23,32\%$ no protocolo com velocidade angular de $60^\circ/s$ e entre os $72,30 \pm 14,15$ e os $82,8 \pm 22,28$ no protocolo com velocidade angular de $180^\circ/s$.

Os valores encontrados estão acima dos valores de referência, contudo é bom referir que não existem estudos com nadadoras de sincronizada.

No entanto, se compararmos os valores encontrados neste estudo com os valores encontrados por outros autores que utilizaram nadadores constatamos que os valores estão acima dos valores referenciados.

Batalha *et al.* (2012) encontraram valores de $77,89 \pm 15,23\%$ no membro dominante (MD) e $73,39 \pm 17,26\%$ no membro não dominante (MND), para avaliações efetuadas a $60^\circ/s.$ e valores de $74,77 \pm 13,99\%$ para MD e $70,11 \pm 14,57\%$ para MND para a velocidade angular de $180^\circ/s.$ Por outro lado, se compararmos os valores do nosso estudo com os valores de rácio RE/RI do grupo de controlo do mesmo estudo (Batalha *et al.*, 2012), $92,81 \pm 13,31$ MD e $92,98 \pm 16,38$ MND na velocidade angular a $60^\circ/s$ e $92,21 \pm 18,05$ MD e $90,44 \pm 19,01\%$ MND na velocidade de $180^\circ/s.$, verificamos que os valores encontrados são inferiores aos encontrados no grupo de não atletas. Os valores são também superiores aos encontrados por Beach *et al.* (1992), $70\% \pm 9$ e $71\% \pm 10$ para MD e MND e também por Rupp *et al.* (1995) (MD: $76.2\% \pm 12.6$; MND: $68.3\% \pm 12.8$).

O facto dos valores de rácios encontrados neste estudo serem superiores aos referenciados na literatura para a nadadores poderá dever-se às técnicas específicas de remadas. Como vimos na revisão da literatura durante a realização de remadas as nadadoras efetuam movimentos com o ombro em rotação internas ou externa (Homma, 2010) dependendo da técnica utilizada, talvez este facto possa justificar a não existência de desequilíbrios musculares nos ombros das nadadoras de sincronizada.

Relativamente ao índice de fadiga constatamos que os valores são bastante superiores quando comparados com os valores encontrados por Batalha *et al.* (2012) quer no grupo de atletas, quer no grupo de controlo, contudo é importante referir que o estudo de Batalha *et al.* (2012) foi realizado com rapazes cuja média de idade era de 14.55 ± 0.5 e 14.62 ± 0.49 respetivamente e

o nosso foi realizado com raparigas cuja média de idade é de 12.00 ± 1.41 no grupo experimental e 12.13 ± 1.13 no grupo de controlo.

2. Efeitos de um período de treino compensatório na força e fadiga dos rotadores dos ombros e respetivos rácios unilaterais

Um dos principais objetivos deste estudo é avaliar o efeito de um programa de treino compensatório específico nos rotadores dos ombros. Partimos assim do pressuposto que ao fazermos um reforço nos RE os rácios RE/RI aumentariam e que por consequência diminuiria o risco de lesão.

No protocolo de avaliação à velocidade angular de $60^\circ/s$ podemos verificar que os resultados do *peak torque* dos RE são similares em ambos os membros e em ambos os grupos, não havendo diferenças estatisticamente significativas entre grupos, nem intra-grupos.

Ainda que de forma não significativa há uma ligeira diminuição nos valores de força dos RE em ambos os grupos no MD e no grupo experimental no MND, já no grupo de controlo há um ligeiro aumento no MND, mas sem importância estatística.

Este aspeto é relevante se atendermos ao facto de que o programa de treino compensatório incidia essencialmente no reforço dos RE e estabilizadores da articulação e que seria de esperar um aumento da força dos RE, o que não se verificou.

Relativamente aos valores de força dos RI, verificamos que, ainda que não existam diferenças significativas entre grupos existe uma diminuição em ambos os grupos e em ambos os membros. Esta alteração foi estatisticamente significativa em ambos os grupos no MND e no grupo de controlo no MD.

Tendo em conta que quer o grupo experimental, quer o grupo de controlo foram sujeitos ao mesmo treino aquático podemos presumir que estes valores podem ser resultado da diminuição do volume da natação a que ambos os grupos foram sujeitos conforme ficou documentado na metodologia, a este facto junta-se o facto de nenhum dos grupos fazer qualquer tipo de reforço muscular à exceção do trabalho compensatório do grupo experimental.

Os resultados deste estudo vão contra os resultados de diversos estudos que utilizaram programas de treino compensatório dos rotadores externos do ombro (Beneka *et al.*, 2002; Malliou *et al.*, 2004; McCarrick & Kemp, 2000; Swanik *et al.*, 2002;). Nos estudos mencionados houve ganhos de força nos rotadores externos, enquanto no nosso estudo esse facto não se verificou. No estudo de Batalha *et al.* (2012b) que avalia os efeitos de uma época de treino de natação nos níveis de força também verificou um aumento da força quer dos RE quer dos RI.

Este resultado vem suportar a ideia de que os nadadores têm os RI mais fortes quando comparados com o grupo de controlo uma vez que na ausência do treino de natação a força dos RI diminuiu. No entanto estudos complementares seriam necessários no sentido de esclarecer esta situação.

Os valores de rácios RE/RI também não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre grupos, no entanto em ambos os grupos verificou-se um aumento dos rácios em ambos os membros. No MD essa diferença não é significativa, mas no MND essa diferença é estatisticamente significativa em ambos os grupos.

Se tivermos em consideração que os rácios unilaterais caracterizam a qualidade do equilíbrio muscular, poderemos concluir que estas atletas ficaram com um maior equilíbrio muscular, contudo esse facto deveu-se a uma perda significativa de força dos RI o que não é desejável num programa de treino. Se tivermos em conta os valores normativos apresentados na literatura, que referem valores de rácios RE/RI entre os 66% e os 75% (Alderink & Kuck,

1986; Ellenbecker & Davies,2000; Cingel *et al.*,2007; Ramsi *et al.*, 2004; Schneider *et al.*, 2006; Hughes *et al.*, 1999) verificamos que os valores encontrados neste estudo sofreram um acréscimo ficando mesmo acima dos valores normativos.

Relativamente às avaliações realizadas a 180°/s, verificamos mais uma vez que não existem diferenças estatisticamente significativas entre grupos em nenhuma das variáveis avaliadas. A tendência das variáveis *peak torque* RE, *peak torque* RI e rácio RE/RI é idêntica às avaliações a 60°/s, ainda que sem diferenças significativas intra-grupo. Os valores de força dos RE diminuí entre as duas avaliações, assim como os valores de força de RI. Os rácios RE/RI à semelhança do que ocorreu nas avaliações a 60°/s aumentam à custa da diminuição dos RI.

Relativamente aos resultados dos índices de fadiga, podemos pressupor que também aqui se fez notar a diminuição do volume de natação. O índice de fadiga aumenta em ambos os membros, sendo mesmo estatisticamente significativo no caso do MND no grupo experimental .

Efetuando um balanço da análise de resultados deste capítulo, parece-nos que o treino de natação é fundamental para a manutenção dos níveis de força. Na impossibilidade de manter os volumes iniciais de treino achamos que será benéfico a realização de treino de força de forma a aumentar ou pelo menos a não diminuir os níveis de força. Relativamente ao trabalho de força compensatório dos RE, não verificamos qualquer efeito neste estudo.

3. Efeitos do destreino relativo ao programa de treino compensatório na força e fadiga dos rotadores dos ombros e respetivos rácios unilaterais

Tal como verificámos com os efeitos do treino compensatório específico ao nível dos rotadores do complexo articular do ombro, entendemos ser interessante perceber qual o efeito da ausência do referido treino (destreino), uma vez que com certeza trará informações importantes para o treino.

À semelhança do que aconteceu nas análises anteriores não existiram diferenças entre grupos em nenhuma das variáveis do estudo. Contudo os resultados mostram diferenças estatisticamente significativas no grupo experimental no protocolo de 3 repetições a 60°/s, no *peak torque* dos RE no MD e no *peak torque* dos RI do MND onde ambos os valores diminuíram. Também ao nível do rácio RE/RI existem diferenças estatisticamente significativas intra-grupos no grupo experimental no MND. O rácio RE/RI do MND aumentou durante o destreino sobretudo pela diferença significativa do *peak torque* dos RI.

Relativamente aos resultados das avaliações realizadas a 180°/s verificamos que existem diferenças significativas no grupo experimental no *peak torque* dos rotadores internos do MD e MND, onde ambos diminuem os valores, e no *peak torque* dos RI do grupo de controlo com a mesma tendência, e nos valores do rácio RE/RI do MD que sofreram um aumento de forma significativa.

Os resultados encontrados neste estudo são contraditório uma vez que se por um lado o *peak torque* dos RE diminuiu tal como tinha sido referido no estudo de McCarrick & Kemp (2000), por outro lado o valor de *peak torque* dos RI também diminuiu e os rácios RE/RI aumentam ao contrário do que tinha sido referenciado na literatura (McCarrick & Kemp, 2000).

Neste estudo a tendência de diminuição dos *peak torque* dos RE e dos RI já se tinha verificado no capítulo anterior. Essa tendência continua a registar-se nas

semanas seguintes ao término do programa de reforço muscular dos rotadores dos ombros. Contudo verificamos que essa diminuição só é significativa no grupo experimental o que pode indicar efeitos do desreino do programa de reforço muscular.

4. Comparação dos valores de rácios (RE/RI) entre Membro dominante e não dominante, durante aos 3 momentos de avaliação

Sendo a natação Sincronizada uma disciplina da natação onde a maioria das técnicas propulsivas são realizados de forma simétrica não deveriam existir diferenças bilaterais ao nível dos rotadores do ombro, contudo, como não existem estudos a este nível a dúvida subsiste. Assim sendo, pretendemos com este capítulo verificar se existem ou não diferenças ao nível do equilíbrio muscular entre MD e MND.

Analisando os resultados apresentados referentes aos valores obtidos através das avaliações a 60°/s e das avaliações realizadas a 180°/s verificamos que não existem diferenças estatisticamente significativas entre MD e MND ao longo dos 3 momentos de avaliação em ambos os grupos.

Alguns estudos apontam como tendência que os rácios do MD sejam superiores aos dos MND em grupos de nadadores ainda que nem sempre com diferenças significativas (Olivier *et al.*, 2008), outros, como os estudos de Gozlan *et al.* (2006) e Ramsi *et al.* (2004) apontam que não existem diferenças entre MD e MND. Os resultados deste estudo são consistentes com estes dois últimos estudos, uma vez que não existem diferenças estatisticamente significativas entre MD e MND, apesar dos valores variarem ao longo dos momentos de avaliação.

Em ambos os protocolos o grupo experimental apresenta valores superiores de rácios RE/RI nas duas primeiras avaliações para o MD mas na 3ª avaliação é

o MND que apresenta um valor superior de rácio RE/RI ainda que sem diferença estatística significativa.

Já o grupo de controlo na avaliação a 60º/s apresenta valores de rácios do MD superiores na avaliação inicial e na 3ª avaliação, enquanto na avaliação das 9 semanas é o MND que apresenta um valor superior. No protocolo a 180º/s acontece o inverso, os valores de rácios do MND são superiores na avaliação inicial e na 3ª avaliação, enquanto na avaliação das 9 semanas é o MD que apresenta um valor superior.

5. Limitações do estudo

No decorrer deste trabalho, e tendo em conta os protocolos de avaliação utilizados, o treino de força compensatório e posterior análise e discussão de todos os resultados importa reconhecer um conjunto de limitações, a saber:

1) A amostra do presente estudo foi composta por nadadoras de sincronizada todas do mesmo clube, este facto faz com que o fator treino aquático possa ter influenciado grandemente os resultados obtidos, desta forma entendemos que seria oportuno incluir na amostra elemento oriundos de vários clubes de forma a perceber se efetivamente a diminuição do volume de treino aquático teve ou não influencia nos resultados deste estudo.

2) Uma outra limitação tem a ver com o posicionamento utilizado nos protocolos de avaliação da força. Nomeadamente a realização de força na posição de sentado não é específica da natação sincronizada, sendo mais apropriado um posicionamento em decúbito dorsal ou na posição de pé. Em relação ao decúbito dorsal o dinamómetro utilizado não permite avaliar nessa posição, quanto à posição em pé é possível, contudo, entendemos que deverá ser realizada apenas com atletas mais velhas, devido à estabilidade corporal durante a realização da avaliação.

3) Outro facto que se pode considerar uma limitação é o facto do teste isocinético ser inabitual para os indivíduos testados, podendo de alguma forma condicionar os resultados. No entanto, tentámos minimizar esta questão possibilitando a realização de 2 pré testes antes da avaliação inicial, estes pré testes decorreram nas semanas que antecederam o início do estudo e foram separadas por 7 dias.

CAPÍTULO VI- CONCLUSÕES

CAPITULO VI - CONCLUSÕES

1 – As nadadoras de sincronizada da amostra não apresentam desequilíbrios musculares ao nível dos rotadores do complexo articular do ombro, uma vez que os valores de rácios RE/RI se encontram dentro do intervalo considerado do ponto de vista teórico como equilíbrio muscular adequado entre a força dos rotadores externos e a força dos rotadores internos.

2 – O programa de treino de força compensatório para nadadoras de sincronizada, incidindo no reforço dos RE e estabilizadores do ombro com a duração de 9 semanas e aumentos de carga progressivo não promoveu alterações significativas ao nível dos *Peak torque* dos RE e RI, índice de fadiga e rácios RE/RI.

3 – Relativamente ao efeitos do destreino podemos concluímos que existe uma tendência para a redução do *Peak torque* dos RE embora apenas no MD.

4 – Não existem diferenças no equilíbrio muscular dos rotadores dos ombros entre membro dominante e membro não dominante em nadadoras de natação sincronizada

CAPÍTULO VII- IMPLICAÇÕES DO ESTUDO NO TREINO EM NATAÇÃO SINCRONIZADA E PERSPECTIVAS DE INVESTIGAÇÃO FUTURA

1. Implicações do estudo no treino em natação sincronizada
 2. Perspectivas de investigação futura
-

CAPÍTULO VII- IMPLICAÇÕES DO ESTUDO NO TREINO EM NATAÇÃO SINCRONIZADA E PERSPECTIVAS DE INVESTIGAÇÃO FUTURA

1. Implicações do estudo no treino em natação sincronizada

O treino de natação sincronizada de entre várias técnicas inclui treino de natação, sendo que o principal objetivo prende-se com adaptações fisiológicas, uma vez que esta é a forma mais rápida de se conseguirem as adaptações aeróbias necessárias. Após este estudo aconselhamos os técnicos de natação sincronizada a tentar manter volumes de natação elevados ao longo da época para que não existam diminuições no nível de força conforme o verificado neste estudo.

Aconselhamos ainda a incluírem no seu plano anual programas de treino de força geral continuado ao longo da época desportiva, uma vez que esta é uma disciplina onde a força é muito necessária, nomeadamente a força dos membros superiores para a realização de remadas.

Relativamente ao programa de treino de força dos RE do ombro apesar de no presente estudo não ter sido possível comprovar a sua eficácia relembramos que vários estudos comprovam os efeitos benéficos ao nível do equilíbrio muscular dos RE/RI levando à diminuição dos riscos de lesão.

2. Perspectivas de investigação futura

Durante a realização deste trabalho fomos sendo confrontados com outras possibilidades de investigação relacionadas com o tema abordado.

A primeira sugestão vai no sentido de se realizar um trabalho em que se insiram na amostra elementos de vários clubes na tentativa de perceber de que forma o plano de treino influencia os níveis de força. Complementarmente seria também importante fazer um estudo ao longo de toda a época desportiva para tentar perceber de que forma os níveis de força oscilam, de forma a ser possível construir um programa de força específico para evitar essa oscilação.

Seria também interessante perceber de que forma o volume de natação influencia os níveis de força dos RE e RI, rácio RE/RI e índice de fadiga, criando dois grupos experimentais com diferentes volumes de treino de natação.

Uma outra perspetiva de investigação será de tentar perceber a correlação entre os níveis de força e a altura nas posições, nomeadamente na posição vertical, de forma a perceber se a diminuição dos níveis de força teve influência na componente técnica.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

Alderink, G., & Kuck, D. (1986). Isokinetic shoulder strength of high school and college-aged pitchers. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*; 7: 163-172.

Aquino, C.F, Vaz, D. V., Bricio, R. S., Silva, P.L.P., Ocarino, J.M., & Fonseca, S.T. (2007). A Utilização da Dinamometria Isocinética nas Ciências do Esporte e Reabilitação. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*; 15(1): 93-100.

Arellano, R. (1999). Vortices and Propulsion. *In: Applied Proceedings of the XVII International Symposium on Biomechanics in Sports: Swimming. Perth: Edith Cowan University.* 53 – 65.

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.

Batalha, N. (2011). Tese de doutoramento - Efeitos de uma época competitiva, de um programa de treino compensatório e respetivo destreino na força e equilíbrio muscular dos rotadores dos ombros em jovens nadadores. Universidade de Trás-Os-Montes e Alto Douro.

Batalha, N., Raimundo, A., Carus, P., Fernandes, O., Marinho, & D., Silva, A. (2012). Shoulder rotator isokinetic strength profile in young swimmers. *Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance*, 14(5), 545-553.

Batalha, N., Marmeleira, J., Garrido, N., & Silva, A. (2012b). Does a water-training macrocycle really create imbalances in swimmers' shoulder rotator muscles? *Acta Médica Portuguesa*. (in press).

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.

Bennell, KL, & Crossley K. (1996) Musculoskeletal injuries in track and field: incidence, distribution and risk factors. *The Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 28: 69-75.

Biodex System 3 Pro Manual: Applications/operations (1995). *Disponível em: <http://www.biodex.com/rehab/manuals/835000man.pdf>*

Bompa, T. (2004). *Periodization Training For Sports - 2nd Edition*. Human Kinetics Publishers.

Bompa, T., & Haff, G. (2009). *Periodization - 5th: Theory and Methodology of Training*. Human Kinetics Publishers.

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., Bushnell, B., Dugger, K., Charron, K., Harrell, F., & Noonan, T. (2010). Preseason Shoulder Strength Measurements in Professional Baseball Pitchers: Identifying Players at risk for injury. *American Journal of Sports Medicine*, 28, 1375-1382.

Caine, D., DiFiori, J., & Maffulli, N. (2006). Physeal injuries in children's and youth sports: Reasons for concern? *British Journal of Sports Medicine*, 40, 749-760.

Campos, T. F., Petrone, K. C. O., Navega, M. T., Renner, A. F., & Mattiello-Rosa, S.M. (2005). Estudo dos picos de torque concêntrico e excêntrico dos rotadores mediais e laterais do ombro de atletas do pólo aquático. *Revista brasileira de fisioterapia*, 9(2), 137-143.

Carmo, C., Ricardo, F., & Vilas-Boas, J.P. (2001). Natação Sincronizada: Quantificação da Força Máxima na Remada Americana executada na posição vertical invertida. <http://www.efdeportes.com/> *Revista Digital - Buenos Aires*, Año 7, N° 34 .

Castelo,J., Barreto,H., Alves,F., Santos,P., Carvalho,J., & Vieira,J. (2000). Metodologia do Treino Desportivo. Faculdade de Motricidade Humana.

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.

Chu.D (2005). Athletic training issues in synchronized swimming.*Clinics in Sports Medicine*, Volume 18, Issue 2, Pages 437-445.

Codine, P., Bernard, P. L., Pocholle, M., Benaim, C., & Brun, V. (1997). Influence of sports discipline on shoulder rotator cuff balance. *Medicine Science and Sports Exercise*, 29(11), 1400-1405.

Diogo, V., Soares, S., Tourino, C., Carmo, C., Aleixo, I., Morouço, P., *et al* (2010). Quantification of Maximal Force Produced in Standard and Contra-Standard Sculling in Synchronized Swimming. A Pilot Study. *The Open Sports Sciences Journal*, 3: 81-83.

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.

Durall, C. J., Davies, G. J., Kernozek, T. W., Gibson, M. H., Fater, D. C. W., & Straker, J. S. (2001). The Effects of Training the Humeral Rotators on Arm Elevation in the Scapular Plane. *Sport Rehabilitation*, 10(2), 79-92.

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. (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., & 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.

Faigenbaum AD., Westcott WL., Micheli LJ., Outerbridge R., Long CJ., Larosa-Loud R., *et al* (1996). The effect of strength training and detraining on children. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 10, 109-14.

Fradejas, B., Órdenes,I., García,C., Isla, F., Gallego,J., & Calvo,J. (2006). Valoración isocinética del hombro en jóvenes nadadores mediante un patrón diagonal. *Fisioterapia* 28 (6):298-307.

Frazão,F. (1999). Manual de treinadores nível 1. Federação Portuguesa de Natação.

Figura, F., Cama, G., & Guidetti, L. (1993). Heart Rate, Iveal Gases and Blood Lactate During Synchronized swimming. *Journal of Sports Sciences* 11:103-7.

Fontoura, A., Schneider P., & Meyer F. (2004). O efeito do destreino de força muscular em meninos pré-púberes. *Revista Brasileira de Medicina no Esporte*, 10(4), 281-284.

Forbes, M. S. (1989). Eggbeater Kick, Stationary. Coaching Synchronized Swimming Effectively, 2nd ed.74-75. *Champaign: Leistire Press*.

Gaspar, A. L., Filho, C. A. A., & Cardone, C. (2004). Avaliação Isocinética do Ombro em Atletas de Pólo Aquático. *Confederação Brasileira de Desportos Aquáticos*. Disponível em <http://www.cbda.org.br/imprensa/>

Gemma, K., & Wells C. (1987). Heart Rates of Elite Synchronized Swimmers. *Physician and Sportsmedecine*,10:99-107.

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.

Gray, J. (1993). Coaching Synchronised swimming Figure Transitions. *Standard Studio and Berkshire*.

Greenfield, B. H., Donatelli, R., Wooden, M. J., & Wilkes, J. (1990). Isokinetic evaluation of shoulder rotational strength between the plane of scapula and the frontal plane. *American Journal of Sports Medicine*, 18(2), 124-128.

Gremeaux, V., Gozlanc, G., Bensoussand, L., Coudreusec, J. M., Vitond, J. M., & Delarqued, A. (2005). Assessment of isokinetic shoulder rotational strength in dominant and non dominant side in three high level athlete populations (tennis, swimming, volley-ball). *Isokinetics and Exercise Science* 13(1), 67-68.

Gulick, D. T., Dustman, C. S., Ossowski, L. L., Outslay, M. D., Thomas, C. P., & Trucano, S. (2001). Side dominance does not affect dynamic control strength ratios in the shoulder. *Isokinetics and Exercise Science*, 9(2), 79-84.

Hakkinen K, & Komi PV.(1983).Electromyographic changes during strength training and detraining. *Medicine and Science in Sports and Exercise*,15, 455-60.

Herzog, W. (1988). The relation between the resultant moments at a joint and the moments measured by isokinetic dynamometer. *Journal of Biomechanics*, v.21, p.5-12,

Hill, A. M., Pramanik, S., & McGregor, A. H. (2005). Isokinetic dynamometry in assessment of external and internal axial rotation strength the shoulder: Comparison of two positions. *Isokinetics and Exercise Science*, 13(3), 187–195.

Hinton, R. (1988). Isokinetic evaluation of shoulder rotational strength in high school baseball pitchers. *American Journal of Sports Medicine*; 16: 274-279.

Homma, M. & Homma, M. (2006). Support scull techniques of elite synchronised swimmers. *Proceeding of Biomechanics and Medicine in Swimming X. Porto: Faculty of Sport Sciences and Physical Education – University of Porto*. 220-223.

Homma, M. & Homma, M.(2009). Coaching Points for the Technique of the Eggbeater Kick in Synchronized Swimming based on Three-Dimensional Motion Analysis. *Sports Biomechanics* 4:73-88.

Homma, M. (2010). Relationship between Eggbeater Kick and Support Scull Skills, and Isokinetic *Peak Torque*. *Proceeding of Biomechanics and Medicine in Swimming XI. Oslo: Nowegian School of Sport Sciences*.91-93.

Hughes, RE., Johnson, ME., O'Driscoll, SW., & An, K-N.(1999). Normative values of agonist-antagonist shoulder strength ratios of adults aged 20 to 78 years. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 80:1324-6.

Ito, S. (2006). Fundamental Fluid Dynamic Research on Configuration of the Hand Palm in Synchronized Swimming. *Proceeding of Biomechanics and Medicine in Swimming X. Porto: Faculty of Sport Sciences and Physical Education – University of Porto*. 45-48

Ivey, F. M., Calhoun, J. H., Rusche, K., & Bierschenk, J. (1985). Isokinetic testing of shoulder strength: normal values. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 66(6), 384-386.

Jiménez, F. H., & Aguilar, A. C. (2000). Isocinéticos: metodología y utilización. *Madrid*.

Julienne, R., Gauthier, A., Moussay, S., & Davenne, D. (2007). Isokinetic and electromyographic study of internal and external rotator muscles of tennis player. *Isokinetics & Exercise Science*, 15(3), 173-183.

Junge, A., Engebretsen, L., Mountjoy, M., Alonso, J., Renstrom, A., Aubry, M., *et al* (2009). Sports injuries during the summer Olympic Games 2008. *The American Journal of Sport Medicine*. 37(11), 2165-2172.

Khamis, H.J., & Roche, A.F. (1994). Predicting adult stature without using skeletal age: the Khamis- Roche method. *Pediatrics*, 94(4), 504-507.

Khamis, H.J., & Roche, A.F. (1995). Predicting adult stature without using skeletal age: the Khamis-Roche method. *Pediatrics – erratum*, 95(3), 457.

- Kolyniak, I., Cavalcanti, S., & Aoki, M. (2004). Avaliação isocinética da musculatura envolvida na flexão e extensão do tronco: efeito do método Pilates. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 10, Nº 6 – Nov./Dez.
- 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.
- McCarrick, M. J., & Kemp, J. G. (2000). The effect of strength training and reduced training on rotator cuff musculature. *Clinical Biomechanics 15 Suppl 1*, 42-45.
- Manno, R. (1993). Fundamentos del Entrenamiento Deportivo. *Barcelona: Paidotribo*.
- Martins, M., Oliveira, C.M., Silva, A., Moreira, M., Garrido, N., Leite, L., et al. (2006). Natação Sincronizada: descrição técnica, modelo de ensino e regulamento desportivo. *Vila Real: UTAD*.
- McMaster, W. C. (1999). Shoulder injuries in competitive swimmers. *Clinics in Sports Medicine*, 18, 349–359.
- Mendonça, L., Bittencourt, N., Silva, A., & Fonseca, S. (2007). Isokinetic analysis of medial and lateral rotators ratio of glenohumeral joint in male. *Brazilian volleyball team. XXV ISBS Symposium, Ouro Preto – Brazil*.
- Moraes, G. F. S., Faria, C. D. C. M., & Salmela, L. F. T. (2008). Scapular muscle recruitment patterns and isokinetic strength ratios of the shoulder rotator muscles in individuals with and without impingement syndrome. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 17(1), 48-53.

- Mountjoy, M. (2005). The basics of basics of synchronized swimming and its injuries. *Clinics in Sports Medicine*, Volume 18, Issue 2, Pages 321-336
- Noffal, G. J. (2003). Isokinetic eccentric-to-concentric strength ratios of the shoulder rotator muscles in throwers and nonthrowers. *American journal of sports medicine*, 31(4), 537-541.
- Olivier, N., Quintin, G., & Rogez, J. (2008). Le complexe articulaire de l'épaule du nageur de haut niveau. *Annales de réadaptation et de médecine physique*, 51(5), 342–347.
- Perrin, D. H. (1993). Isokinetic Exercise and Assessment. *Champaign, IL*.
- Pezarat-Correia, P., Valamatos, M., Alves F., Santos, P. (2006). Upper limb force parameters in tennis, swimming and basketball elite Portuguese female athletes (16-18). *Medicine and Science in Sports and Exercise* ; 38 (Suppl. 5): 1610.
- Pires, L., Bini, I., Fernandes, W., & Setti, J. (2009). Lesões no ombro e sua relação com a prática do voleibol - Revisão da Literatura. *Revista Científica Internacional* 2 (10).
- 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.
- Richardson AB. (1999). Injuries in competitive swimming. *Clinical Journal of Sport Medicine*; 18(2), 287-291.
- Rodeo, S. (2002). Shoulder injury prevention. Presented by USA Swimming and the Network Task Force on Injury Prevention. <http://www.teamunify.com/isnwsc/UserFiles/Image/SwimmerResources/Education/Shoulder%20Injury%20Prevention.pdf>

- Rostkowska, E., Habiera, M., & Antosiak –Cyrak, K (2005). Angular Changes in the Elbow Joint During Underwater Movement in Synchronized Swimmers. *Journal of Human Kinetics volume 14:*, 51-66.
- 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.
- Schneider, P., Henkin, S., & Meyer, F.(2006). Força muscular de rotadores externos e internos de membro superior em nadadores púberes masculinos e femininos. *Revista brasileira de Ciências e Movimento.*; 14(1): 29-36.
- 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.
- Smith, J., Padgett, D. J., Kotajarvi, B. R., & Eischen, J. J. (2001). Isokinetic and isometric shoulder rotation strength in the protracted position: a reliability study. *Isokinetics & Exercise Science*, 9(2/3), 119-127.
- Stickley, C., Hetzler R., Freemyer, B., & Kimura, I. (2008). Isokinetic *Peak Torque* Ratios and Shoulder Injury History in Adolescent Female Volleyball Athletes. *Journal of Athletic Training*;43(6),571–577.
- Stone, M., & Brown, L. (2000). National Strength & Conditioning Association *Strength and Conditioning Journal* 22(4), 53–54.
- Sugimoto, D., & Blanpied, P. (2006). Flexible foil exercise and shoulder internal and external rotation strength. *Journal of Athletic Training*, 41(3), 280-285.

Swanik, K. A., Lephart, S. M., Swanik, C. B., Lephart, S. P., Stone, D. A., & Fu, F. H. (2002). The effects of shoulder plyometric training on proprioception and selected muscle performance characteristics. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 11(6), 579-586.

Tata, G., Ng, L., & Kramer, J. (1993). Shoulder Antagonistic Strength Ratios During Concentric and Scapular Plane. *Journal of Orthopedic & Sports Physical Therapy*. 18(6), 654-660.

Taylor, N., Sanders, R., Howick, E., Stanley, S. (1991). Static and dynamic assessment of the biodex dynamometer. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 62(3), 180-188.

Terreri, A. S. A. P., Greve, J. M. D., & AmatuZZi, M. M. (2001). Avaliação isocinética no joelho do atleta. *Revista Brasileira de Medicina no Esporte*, 7(5), 170-174.

Toledo, J. M., Krug, R. C., Castro, M. P., Ribeiro, D. C., & Loss, J. F. (2008). Torque and Force Production During Shoulder External Rotation: Differences Between Transverse and Sagittal Planes. *Journal of Applied Biomechanics*, 24(1), 51-57.

Van Wilgen, C. P., Akkerman, L., Wieringa, J., & Dijkstra, P. U. (2003). Muscle strength in patients with chronic pain. *Clinical Rehabilitation*, v. 17, p.885–889.

Vieira, S., & Freitas, A. (2006). O que é a Natação sincronizada e Saltos ornamentais. *Rio de Janeiro casa da palavra: COB*

Walmsley, R. P., & Dias, J. M. (1995). Intermachine reliability of isokinetic concentric measurements of shoulder internal and external *peak torque*. *Isokinetics and Exercise Science*, 5(1), 75-80.

Wang, F.(2008). Physical Fitness Training of Junior Synchronized Swimmers. *Journal of Nanjing Institute of Physical Education* (Natural Science) 4.

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.

Weinberg SK. (1986). Medical aspects of synchronized swimming. *Clin Sports Med*. Jan;5(1):159-67.

Wenz, B. (1980). Sport Medicine Meets Synchronized Swimming. *AAHPERD Publications*.

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.

Wolf BR., Ebinger AE., Lawler MP., & Britton CL. (2009). Injury patterns in division I collegiate swimming. *American Journal of Sports Medicine*; 37(10), 2037-2042.

Anexos



ANEXO 1

Autorização

Tendo por base a intenção de efetuar um projecto de investigação para a realização de uma tese de mestrado na Universidade de Évora, vimos desta forma informar e solicitar a sua colaboração para a referida investigação.

Considerando que na Natação Sincronizada são ainda escassos os estudos realizados ao nível das lesões nos ombros e descompensações musculares e com o objectivo geral de poder contribuir para o conhecimento nesta área, essencialmente ao nível da prevenção, propomo-nos a avaliar os efeitos do treino de compensação nos níveis de força muscular dos rotadores internos e externos do ombro em jovens nadadoras de natação sincronizada.

Para que possamos alcançar o objectivo mencionado, pretendemos avaliar nadadoras (infantis e juvenis) ao nível das possíveis descompensações existentes entre rotadores internos e externos dos ombros, durante um período de 15 semanas. As avaliações serão efectuadas recorrendo a um aparelho de avaliação de força isocinética (Biodex System 3) e terão uma duração máxima de 20 minutos.

Este projecto será controlado e implementado por uma equipa de investigadores liderada pelo Prof. Dr. António Silva, integrando também o Mestre Nuno Batalha e a Prof. Carla Romaneiro.

Vimos então pedir a sua colaboração, agradecendo desde já a disponibilidade e participação neste projecto. Todos os dados serão tratados de forma confidencial e usados exclusivamente para fins académicos/científicos.

Eu, _____, portador do BI
nº _____

declaro que li e compreendi as características do projecto exposto, e autorizo o meu educando _____ a colaborar no estudo supracitado.

_____, ____ de _____ de 2009

Assinatura _____

ANEXO 2

Exemplo de utilização do método Khamis-Roche para a determinação da estatura matura predita

Exemplo de uma aplicação:

Sexo: Feminino

Idade cronológica (IC): 14.6 anos

Estatura (E): 163,5 cm (64,37 *in*)

Massa Corporal (MC): 62.0 kg (142,99 *lb*)

Estatura Média Parental (EMP): 164 cm (64.57 *in*)

PROCEDIMENTOS

1. Consultar, na tabela a seguir apresentada, os valores para cada variável considerando a idade cronológica do indivíduo.

2. Converter os dados, em centímetros (cm) e kilogramas (kg), para *inches* (*in*) e *pounds* (*lb*) utilizando os seguintes fatores de conversão: 1 *in* = 2.54 cm ; 1 *lb* = 0,43359Kg

3. Determinar a estatura matura predita inserindo os dados na seguinte equação:

Estatura Matura Predita = *intercept* + *estatura* * (*coeficiente para estatura*) + *massa corporal* * (*coeficiente para a massa corporal*) + *estatura média parental* * (*coeficiente para a estatura média parental*)

4. Reconverter o resultado da estatura matura predita, que se encontra em *inches* (*in*), para centímetros (cm).

= -1.132 + 64,37 * 0.916 + 142,99 * (-0.020) + 64,57 * 0.148

=70,19 *in*

Valores redefinidos para predição da estatura madura para o **sexo feminino**.

Chronological Age	β_0	Stature (in)	Weight (lb)	Midparent Stature (in)
4.0	-8.13250	1.24768	-0.19435	0.44774
4.5	-6.47656	1.22177	-0.185519	0.41381
5.0	-5.13583	1.19932	-0.175530	0.38467
5.5	-4.13791	1.17880	-0.16484	0.36039
6.0	-3.51039	1.15866	-0.15400	0.34105
6.5	-3.14322	1.13737	-0.14294	0.32672
7.0	-2.87645	1.11342	-0.13184	0.31748
7.5	-2.66291	1.08525	-0.12086	0.31340
8.0	-2.45559	1.05135	-0.11019	0.31457
8.5	-2.20728	1.01018	-0.09999	0.32105
9.0	-1.87098	0.96020	-0.09044	0.33291
9.5	-1.06330	0.89989	-0.08171	0.35025
10.0	0.33468	0.82771	-0.07397	0.37312
10.5	1.97366	0.74213	-0.06739	0.40161
11.0	3.50436	0.67173	-0.06136	0.42042
11.5	4.57747	0.64150	-0.05518	0.41686
12.0	4.84365	0.64452	-0.04894	0.39490
12.5	4.27869	0.67386	-0.04272	0.35850
13.0	3.21417	0.72260	-0.03661	0.31163
13.5	1.83456	0.78383	-0.03067	0.25826
14.0	0.32425	0.85062	-0.02500	0.20235
14.5	-1.13224	0.91605	-0.01967	0.14787
15.0	-2.35055	0.97319	-0.01477	0.09880
15.5	-3.10326	1.01514	-0.01037	0.05909
16.0	-3.17885	1.03496	-0.00655	0.03272
16.5	-2.41657	1.02573	-0.00340	0.02364
17.0	-0.65579	0.98054	-0.00100	0.03584
17.5	2.26429	0.89246	0.00057	0.07327

Fonte bibliográfica:

(1) Khamis, H.J., & Roche, A.F. (1994). Predicting adult stature without using skeletal age: the Khamis- Roche method. *Pediatrics*, 94(4), 504-507.

(2) Khamis, H.J., & Roche, A.F. (1995). Predicting adult stature without using skeletal age: the Khamis-Roche method. *Pediatrics – erratum*, 95(3), 457.

a) A referência bibliográfica (2) corresponde às tabelas corrigidas com os valores das constantes a aplicar por idade (publicadas em errata).