

UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

**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**

Nuno Miguel Prazeres Batalha

Orientador : Professor Doutor António José Rocha Martins da Silva

Co-Orientadores: Professor Doutor Pablo Tomás Carús

Professor Doutor Armando Manuel de Mendonça Raimundo

Este trabalho foi expressamente elaborado
como tese original para efeito de obtenção do
grau de Doutor em Ciências do Desporto

FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

O trabalho desenvolvido na presente dissertação foi apoiado por uma bolsa de doutoramento da Fundação para a Ciência e Tecnologia (SFRH/BD/46152/2008) atribuída a Nuno Miguel Prazeres Batalha.

Este trabalho é dedicado ao meu Pai

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. António Silva, meu orientador, por me ter apoiado e incentivado desde a ideia original. Também pela amizade, competência científica e pragmatismo, os quais me permitiram ultrapassar algumas dificuldades surgidas na realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Armando Raimundo e Prof. Dr. Pablo Carús, meus co-orientadores e colegas de departamento. Pela sua competência científica, constante apoio e sincera amizade.

A todos os co-autores dos artigos produzidos até ao momento.

Ao Prof. Dr. António Figueiredo pelo apoio prestado.

A todos os colegas de departamento de desporto e saúde da Universidade de Évora, cuja competência, amizade e companheirismo tornam toda a tarefa mais fácil. Um agradecimento especial aos mais “próximos” deste trabalho (Orlando Fernandes, João Paulo Sousa, José Marmeleira e Catarina Moraes).

A todos os técnicos e nadadores presentes durante as recolhas de dados, pelo apoio e paciência.

À minha família (sogros, irmão, sobrinhos e cunhados) pela importante ajuda que foram em muitas ocasiões.

À minha mãe, pelo constante apoio durante toda a minha vida, a ela devo muito do que sou hoje. **Obrigado por tudo.**

Aos filhotes André e Lúcia, por compreenderem as “ausências” do Pai, por todo o amor e carinho que demonstram e pelo “sentido” que dão à minha vida.

À Ângela, companheira de vida, sempre presente nos bons e maus momentos. Obrigado pelo constante incentivo, paciência, alegria, carinho e amor demonstrados. Sem ela teria sido impossível concretizar este trabalho.

Resumo

O trabalho apresentado nesta dissertação teve como principais objectivos caracterizar o perfil de força isocinética dos músculos rotadores dos ombros, avaliar o efeito de uma época de treino aquático, um período de treino de força compensatório e respetivo destreino no equilíbrio, força e resistência muscular dos mesmos grupos musculares em jovens nadadores de competição.

Quarenta nadadores masculinos em idade juvenil foram inicialmente avaliados e aleatoriamente divididos em dois grupos – grupo experimental (N=20) e grupo de treino (N=20). Para além destes foi ainda avaliado um grupo de controlo (N=16) composto por indivíduos sedentários com características idênticas aos elementos dos grupos anteriores. Os nadadores do grupo experimental participaram num programa de 16 semanas de treino de força compensatório realizado com bandas elásticas Thera-Band[®], tendo cumprido um período de destreino entre as 16 semanas e o final da época. O grupo de treino apenas realizou treino aquático. Em todos os grupos foi avaliada a força isocinética dos rotadores dos ombros através de ações concêntricas ao longo da época desportiva (início, meio e final da época), com a realização de dois distintos protocolos, 3 repetições a 60°/s e 20 repetições a 180°/s.

Através da análise dos *peak-torques*, rácios unilaterais e índices de fadiga nos 3 distintos momentos da época desportiva pudemos concluir que: i) um programa de treino de força compensatório direcionado para os rotadores externos e estabilizadores do ombro em nadadores de competição promove o aumento do equilíbrio muscular e dos níveis de força; ii) a ausência do treino de força compensatório fomenta um desequilíbrio muscular no rotadores dos ombros, bem como uma redução da resistência muscular dos rotadores externos; iii) o treino aquático sem programa de força compensatório fora de água, promove um aumento dos desequilíbrios musculares nos rotadores dos ombros em nadadores de competição, os quais se devem a um aumento dos níveis de força dos rotadores internos proporcionalmente superiores aos dos seus antagonistas.

Palavras-chave: Força isocinética; equilíbrio muscular; rotadores dos ombros; treino de força; jovens nadadores.

Abstract

The main objectives of this thesis was to characterize isokinetic strength of shoulder rotator muscles, to evaluate the effect of an aquatic training season, a period of a compensatory strength training and detraining in balance, muscle strength and endurance of the same muscle group in young competitive swimmers.

Forty male swimmers were initially assessed and randomly divided in two groups - experimental group (N=20) and training group (N=20). In addition was also assessed a control group (N=16) composed by sedentary subjects with similar characteristics of the elements of the previous groups. Swimmers in the experimental group participated in a 16-week program of compensatory strength training with Thera-Band ® elastic bands. They also completed a detraining program between the 16th week and the end of the season. The training group only performed the water training. We assessed the isokinetic strength of shoulder rotators through concentric actions over the swim season (preseason, midseason and postseason), with two different protocols, 3 repetitions at 60°/s and 20 repetitions at 180°/s.

Through the peak-torque, unilateral ratios and fatigue ratios analysis in three different moments of the swim season, we can conclude that: i) a compensatory strength training program focused on shoulders external rotators and stabilizers in competitive swimmers increases muscle balance and strength levels; ii) the absence of compensatory strength training promotes a shoulder rotators imbalance, as well as a reduction of external rotators muscle endurance; iii) a water training program without a compensatory strength training, induces shoulder rotators muscle imbalances. This is due to increased levels of internal rotators strength, proportionally larger than those of their antagonists.

Keywords: isokinetic strength; muscle balance; shoulder rotators; strength training; swimming;

Trabalho produzido relacionado com esta dissertação:

Artigos submetidos:

Batalha, N., Raimundo, A., Tomas-Carus, P., Fernandes, O., Marinho, D., Silva, A.J. Caracterização do perfil de força isocinética dos rotadores dos ombros em jovens nadadores: uma análise comparativa. *Artigo submetido à revista Motriz.*

Nuno M. Batalha, Armando M. Raimundo, Pablo Tomas-Carus, Tiago M. Barbosa, António J. Silva. Shoulder-rotator strength and endurance in young swimmers during of a competitive season. *Submitted for publication on the journal of science and medicine in sport.*

Batalha, N., Raimundo, A., Tomas-Carus, P., Fernandes, O., Sousa, J.P., Simão, R., Silva, A.J. Effects of a land-based compensatory strength training program on rotator cuff balance of competitive swimmers. *Submitted for publication on the european journal of sport science.*

Publicações em atas de encontros científicos

Batalha, N., Raimundo, A. Tomás-Carús, P. Fernandes, O. Sousa, J.P. Costa, A.M. Silva, A.J. (2010). Effects of shoulder compensatory strength training program in rotator cuff strength of young swimmers. In: Per-Ludvik Kjendlie, Robert Keig Stallman and Jan Cabri (eds). *Book of abstracts of the XIth International Symposium - Biomechanics and medicine in swimming*, pp. 58. Oslo.

Batalha, N. Tomás-Carús, Raimundo, A. Fernandes, O. Marinho, D.A. Silva, A.J. (2010). Water training effect in shoulder rotators strength in young swimmers. In: Per-Ludvik Kjendlie, Robert Keig Stallman and Jan Cabri (eds). *Book of abstracts of the XIth International Symposium - Biomechanics and medicine in swimming*, pp. 111-112. Oslo.

Batalha, N. Raimundo, A. Tomás-Carús, P. Silva, A. (2011). Efeitos de 1 macrociclo de treino aquático na resistência e equilíbrio muscular dos rotadores dos ombros em nadadores de competição. *Atas do XXXIV Congresso Técnico Científico da APTN*.

Batalha, N. Raimundo, A. Tomas-carus, P. Pereira, C. Silva, A.J. (2011). Effects of compensatory strength training program on shoulder rotator cuff balance and muscular fatigue in young swimmers. In: Tim Cable, Keith Georg (Eds), *Book of Abstracts of the 16th Annual Congress of the European College of Sport Science*, pp.183-184. Liverpool, United Kingdom.

ÍNDICE GERAL

Capítulo I – INTRODUÇÃO	2
1. Enquadramento do problema.....	3
2. Definição do problema.....	5
3. Objetivos	9
3.1. Objetivos gerais.....	9
3.2. Objetivos específicos.....	9
4. Hipóteses de estudo.....	10
Capítulo II - REVISÃO DA LITERATURA	12
1. Ações musculares nos movimentos dos membros superiores em Natação Pura Desportiva.....	12
2. Diagnóstico de descompensação/desequilíbrio muscular entre os músculos rotadores do ombro na natação	17
3. Avaliação da força isocinética do complexo articular do ombro	20
3.1. Análise e interpretação de dados isocinéticos.....	22
3.1.1. Rácios Unilaterais	23
3.1.2. Rácio de Fadiga ou Índice de Fadiga.....	25
3.1.3. Comparações Bilaterais.....	27
3.1.4. A utilização de valores normativos.....	29
3.1.5. Correção ao efeito da gravidade.....	29
3.2. Relação entre testes isocinéticos e performance funcional em atividades que envolvem os membros superiores.....	30
3.3. Dinamómetros utilizados em avaliações isocinéticas do complexo articular do ombro.....	32
3.4. Posição anatómica utilizada na avaliação da força isocinética do complexo articular do ombro.....	33
3.5. Velocidade angular e número de repetições utilizadas na avaliação da força isocinética do complexo articular do ombro.....	38
3.6. Resenha de estudos efectuados sobre avaliação de força isocinética dos músculos rotadores do complexo articular do ombro.....	39
4. Treino de força compensatório dos músculos rotadores do ombro em Natação Pura Desportiva.....	48
4.1. Resenha de estudos sobre treino de força compensatório para os músculos rotadores internos e externos do ombro.....	50
Capítulo III - METODOLOGIA	58
1. Amostra.....	58
2. Procedimentos.....	60
2.1. Avaliação de força isocinética dos rotadores do ombro	60
2.1.1. Instrumento, posição, velocidade e protocolos de avaliação utilizados.....	62
2.1.2. Variáveis de estudo.....	65
2.2. Programa de treino de força compensatório para rotadores dos ombros.....	67

2.3. Período de destreino	70
2.4. Avaliação maturacional	70
3. Tratamento Estatístico.....	72
Capítulo IV - APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS	75
1. Caracterização do perfil de força isocinética dos rotadores dos ombros no início de época e estado maturacional em cada um dos momentos de avaliação	75
2. Efeitos de um período de treino compensatório na força e fadiga dos rotadores dos ombros e respectivos rúcios unilaterais	75
3. Efeitos do destreino relativo ao programa de treino compensatório na força e fadiga dos rotadores dos ombros e respectivos rúcios unilaterais.....	77
3.1. Comparação entre os valores do final do período de destreino e de início da época desportiva.....	88
4. Avaliação da influência do treino aquático na força e fadiga dos músculos agonistas e antagonistas implicados na rotação do ombro, comparando três distintos momentos da época desportiva.....	93
5. Comparação dos valores de rúcios (RE/RI) entre braço dominante e não dominante, durante a evolução da época desportiva.....	98
Capítulo V - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	101
1. Caracterização do perfil de força isocinética dos rotadores dos ombros no início de época e estado maturacional em cada um dos momentos de avaliação	101
2. Efeitos de um período de treino compensatório na força e fadiga dos rotadores dos ombros e respectivos rúcios unilaterais	104
3. Efeitos do destreino relativo ao programa de treino compensatório na força e fadiga dos rotadores dos ombros e respectivos rúcios unilaterais.....	109
3.1. Comparação entre os valores do final do período de destreino e de início da época desportiva.....	113
4. Avaliação da influência do treino aquático na força e fadiga dos músculos agonistas e antagonistas implicados na rotação do ombro, comparando três distintos momentos da época desportiva.....	115
5. Comparação dos valores de rúcios (RE/RI) entre braço dominante e não dominante, durante a evolução da época desportiva.....	118
6. Limitações do estudo.....	120
Capítulo VI - CONCLUSÕES.....	123
Capítulo VII – IMPLICAÇÕES DO ESTUDO NO TREINO EM NATAÇÃO PURA DESPORTIVA E PERSPETIVAS DE INVESTIGAÇÃO FUTURA.....	126
1. Implicações do estudo no treino em natação pura desportiva	126
2. Perspetivas de investigação futura	127
Capítulo VIII – BIBLIOGRAFIA.....	130
ANEXOS.....	145

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 :	<u>Diagrama representativo do desenho da situação experimental.</u>	<u>62</u>
Figura 2 :	<u>Posição inicial da avaliação isocinética.</u>	<u>64</u>
Figura 3 :	<u>1º exercício do programa de força compensatório. A- posição inicial; B - posição final.</u>	<u>67</u>
Figura 4 :	<u>2º exercício do programa de força compensatório. A- posição inicial; B - posição final.</u>	<u>68</u>
Figura 5 :	<u>3º exercício do programa de força compensatório. A- posição inicial; B - posição final.</u>	<u>68</u>
Figura 6 :	<u>Caracterização dos Índices de Fadiga nos dois grupos para o Membro Dominante e Não Dominante.</u>	<u>76</u>
Figura 7 :	<u>Efeitos do treino de força compensatório nos Índices de Fadiga do Membro Dominante. Comparações intra e entre grupos.</u>	<u>81</u>
Figura 8 :	<u>Efeitos do treino de força compensatório nos Índices de Fadiga do Membro não Dominante. Comparações intra e entre grupos.</u>	<u>82</u>
Figura 9 :	<u>Efeitos do destreino nos Índices de Fadiga do Membro Dominante. Comparações intra e entre grupos.</u>	<u>86</u>
Figura 10 :	<u>Efeitos do destreino nos Índices de Fadiga do Membro não Dominante. Comparações intra e entre grupos.</u>	<u>87</u>
Figura 11 :	<u>Comparação dos Índices de Fadiga entre o início e final da época no Membro Dominante.</u>	<u>91</u>
Figura 12 :	<u>Comparação dos Índices de Fadiga entre o início e final da época no Membro não Dominante.</u>	<u>92</u>
Figura 13 :	<u>Efeitos do treino aquático nos Índices de Fadiga do Membro Dominante. Comparações intra e entre grupos.</u>	<u>97</u>
Figura 14 :	<u>Efeitos do treino aquático nos Índices de Fadiga do Membro não Dominante. Comparações intra e entre grupos.</u>	<u>97</u>

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1:	Listagem dos principais modelos de dinamómetros isocinéticos do mercado e principais características (adaptado de Jiménez & Aguilar, 2000).	32
Quadro 2:	Resumo / Listagem de estudos realizados com avaliação isocinética aos rotadores do complexo articular do ombro.	40
Quadro 3:	Motivos apontados para a não conclusão/abandono do processo de avaliação.	58
Quadro 4:	Parâmetros de caracterização da amostra.	59
Quadro 5:	Resistência das bandas elásticas <i>thera-band</i> em Kg. baseado na percentagem de alongamento das mesmas (adaptado de Page <i>et al.</i> 2000).	69
Quadro 6:	Caracterização da amostra no início da época desportiva (pré intervenção) através das médias e respectivos desvios padrão(DP), dos <i>Peak-torques</i> (Nm) e Rácios RE/RI (%) na avaliação efectuada à velocidade angular de 60°/s.	75
Quadro 7:	Caracterização da amostra no início da época desportiva (pré intervenção) através das médias e respectivos desvios padrão(DP), dos <i>Peak-torques</i> (Nm) e Rácios RE/RI (%) na avaliação efectuada à velocidade angular de 180°/s.	76
Quadro 8:	Caracterização do estado maturacional (percentagem da estatura matura predita) dos diferentes grupos da amostra nos três distintos momentos da avaliação.	77
Quadro 9:	Efeitos do treino de força compensatório nos <i>Peak-torques</i> (Nm) das rotações internas e externas do braço dominante e respectivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 60°/s. Resultados do início da intervenção e após as 16 semanas.	78
Quadro 10:	Efeitos do treino de força compensatório nos <i>Peak-torques</i> (Nm) das rotações internas e externas do braço não dominante e respectivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 60°/s. Resultados do início da intervenção e após as 16 semanas.	79
Quadro 11:	Efeitos do treino de força compensatório nos <i>Peak-torques</i> (Nm) das rotações internas e externas do braço dominante e respectivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 180°/s. Resultados do início da intervenção e após as 16 semanas.	80
Quadro 12:	Efeitos do treino de força compensatório nos <i>Peak-torques</i> (Nm) das rotações internas e externas do braço não dominante e respectivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 180°/s. Resultados do início da intervenção e após as 16 semanas.	80

Quadro 13:	Efeitos do destreino relativo ao treino compensatório nos <i>Peak-torques</i> (Nm) das rotações internas e externas do braço dominante e respectivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 60°/s. Resultados do fim da intervenção e após 16 semanas.	83
Quadro 14:	Efeitos do destreino relativo ao treino compensatório nos <i>Peak-torques</i> (Nm) das rotações internas e externas do braço não dominante e respectivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 60°/s. Resultados do fim da intervenção e após 16 semanas.	84
Quadro 15:	Efeitos do destreino relativo ao treino compensatório nos <i>Peak-torques</i> (Nm) das rotações internas e externas do braço dominante e respectivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 180°/s. Resultados do fim da intervenção e após 16 semanas.	85
Quadro 16:	Efeitos do destreino relativo ao treino compensatório nos <i>Peak-torques</i> (Nm) das rotações internas e externas do braço não dominante e respectivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 180°/s. Resultados do início da intervenção e após 16 semanas.	85
Quadro 17:	Resultados dos <i>Peak-torques</i> (Nm) das rotações internas e externas do braço dominante e respectivos rácios RE/RI (%) no início e final da época, à velocidade angular de 60°/s.	88
Quadro 18:	Resultados dos <i>Peak-torques</i> (Nm) das rotações internas e externas do braço não dominante e respectivos rácios RE/RI (%) no início e final da época, à velocidade angular de 60°/s.	89
Quadro 19:	Resultados dos <i>Peak-torques</i> (Nm) das rotações internas e externas do braço dominante e respectivos rácios RE/RI (%) no início e final da época, à velocidade angular de 180°/s.	90
Quadro 20:	Resultados dos <i>Peak-torques</i> (Nm) das rotações internas e externas do braço não dominante e respectivos rácios RE/RI (%) no início e final da época, à velocidade angular de 180°/s.	90
Quadro 21:	Efeito do treino aquático nos <i>Peak-torques</i> (Nm) das rotações internas e externas do braço dominante e respectivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 60°/s. Resultados do início da intervenção, após 16 e 32 semanas.	93
Quadro 22:	Efeito do treino aquático nos <i>Peak-torques</i> (Nm) das rotações internas e externas do braço não dominante e respectivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 60°/s. Resultados do início da intervenção, após 16 e 32 semanas.	94
Quadro 23:	Efeito do treino aquático nos <i>Peak-torques</i> (Nm) das rotações internas e externas do braço dominante e respectivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 180°/s. Resultados do início da intervenção, após 16 e 32 semanas.	95
Quadro 24:	Efeito do treino aquático nos <i>Peak-torques</i> (Nm) das rotações internas e externas do braço não dominante e respectivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 180°/s. Resultados do início da intervenção, após 16 e 32 semanas.	96

Quadro 25:	Comparação dos rácios RE/RI entre membro dominante e não dominante ao longo da época desportiva. Resultados obtidos com o protocolo de 3 repetições a 60°/s.	98
Quadro 26:	Comparação dos rácios RE/RI entre membro dominante e não dominante ao longo da época desportiva. Resultados obtidos com o protocolo de 3 repetições a 180°/s.	98

LISTA DE ABREVIATURAS

%EMP -	Percentagem da estatura matura predita
EMP -	Estatura matura predita
MS -	Membro superior
NPD -	Natação pura desportiva
PT -	Peak-torque
RE -	Rotadores externos
RI -	Rotadores internos
Rácio RE/RI -	Rácio entre rotadores externos e rotadores internos

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
 4. Hipóteses de estudo
-

CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

O desenvolvimento deste trabalho está subjacente à convicção de que uma caracterização precisa e rigorosa dos níveis de força e equilíbrio muscular dos rotadores do complexo articular do ombro ao longo da época desportiva, bem como a implementação de um programa de treino de força específico com objectivos preventivos, poderão ter uma importância decisiva no bem-estar dos nadadores de competição e, conseqüentemente, na melhoria da sua prestação.

Com efeito, a investigação científica tem dedicado alguma atenção ao problema do equilíbrio muscular agonista-antagonista dos rotadores dos ombros em diversas modalidades, contribuindo de formas diversas para a evolução do treino neste domínio. No caso da natação pura desportiva (NPD), constatámos que existe uma clara lacuna ao nível da investigação nesta área, principalmente se nos reportarmos especificamente ao treino de jovens.

Pretendemos com a elaboração deste trabalho dar um contributo para o desenvolvimento do conhecimento na área da caracterização dos níveis de força, equilíbrio muscular e treino compensatório dos rotadores do complexo articular do ombro, tentando colmatar a referida lacuna da literatura e contribuindo de alguma forma para a melhoria do processo de treino em NPD.

Optámos por explanar o trabalho em seis partes principais. A primeira diz respeito à introdução do tema, na qual será definido e enquadrado o problema de estudo, os objectivos do mesmo e também as hipóteses experimentais.

Na segunda parte será efectuada a revisão de literatura, a qual estará estruturada em três grandes temas. No primeiro efetuaremos uma caracterização das principais ações musculares dos membros superiores, especificamente aquando da realização das técnicas de nado na NPD. Procederemos ainda à definição, caracterização e diagnóstico das descompensações musculares nos rotadores dos ombros em nadadores de competição. No segundo grande tema, abordaremos por um lado as questões técnicas e metodológicas relativas às avaliações da resistência muscular e força isocinética no complexo articular do ombro, por outro lado

efetuaremos um apanhado dos trabalhos realizados com esta metodologia especificamente na NPD. Por último, abordaremos as questões relativas aos meios e métodos de treino de força compensatórios específicos para os rotadores dos ombros, sendo também efectuada uma resenha dos estudos realizados sobre esta temática.

Na terceira parte deste trabalho serão definidas as questões metodológicas, onde descreveremos de forma pormenorizada todo o processo, desde a seleção e descrição da amostra, dos procedimentos e opções relativas à avaliação da força isocinética e do programa de treino de força implementado, finalizando com a descrição dos procedimentos estatísticos adoptados.

A apresentação dos resultados obtidos integra a quarta parte do trabalho, a qual foi estruturada em cinco subcapítulos, os quais são sequenciais ajudando não só numa mais fácil leitura mas também melhor interpretação dos mesmos.

A quinta parte tem uma estrutura idêntica à do capítulo anterior, sendo discutidos os resultados com base na exploração e análise cuidada de todos os resultados apresentados e tendo como suporte todos os dados resultantes da revisão de literatura.

Por último, serão apresentadas as principais conclusões retiradas do estudo, sendo também referidas algumas limitações do mesmo e recomendações para investigações futuras, as quais tiveram origem em alguns dos constrangimentos encontrados durante a realização do presente trabalho.

1. Enquadramento do problema

Em qualquer atividade desportiva o equilíbrio muscular é de extrema importância para a manutenção da funcionalidade das articulações e conseqüentemente para a prevenção de lesões. Existem algumas modalidades em que, essencialmente devido ao seu carácter repetitivo, o treino pode produzir descompensações musculares nas articulações mais implicadas nas ações específicas em causa. Assim, o aumento do volume de treino em atletas em fase de formação pode

promover um incremento das diferenças musculares entre agonistas, antagonistas e estabilizadores, o que, a longo prazo, pode implicar lesões tendinosas e musculares difíceis de recuperar (Bak & Magnusson, 1997; Kammer, Young, & Niedfeldt, 1999).

Segundo Maglischo (2003) a natação é considerada uma modalidade de resistência. Para o desenvolvimento das suas diferentes formas de manifestação, solicita-se ao praticante a realização de tarefas que acarretam um considerável volume de treino. Numa fase intermédia os jovens podem ser levados a nadar 5000 metros/dia, enquanto nadadores de elite realizam mais de 300.000 braçadas por temporada (Kammer, *et al.*, 1999). Tratando-se de uma modalidade em que os movimentos são cíclicos e bilaterais (alternados ou simultâneos, consoante a técnica utilizada), onde a articulação do ombro desempenha um papel fundamental, será fácil perceber que existe uma maior propensão para lesões nesta articulação, essencialmente motivadas pelos desequilíbrios entre os músculos rotadores internos (RI) e rotadores externos (RE) (Blanch, 2004).

Relativamente ao problema dos músculos rotadores do complexo articular do ombro, no caso específico da natação, alguns investigadores têm investido algum trabalho, existindo inclusivamente algumas evidências de que o desequilíbrio entre RI e RE dos ombros se acentua com o aumento do volume de treino (Ramsi, Swanik, Straub, & Maltacola, 2004). No entanto, a maioria dos estudos dedicados a esta temática tem abordagens transversais, subsistindo algumas dúvidas recorrentes, essencialmente as seguintes:

- 1) Será que os desequilíbrios de produção de força entre os músculos rotadores dos ombros se acentuam de facto com o aumento do volume de treino aquático e progressivamente com o decorrer das épocas?
- 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?
- 3) Até que ponto a ausência do mencionado programa de treino 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 com uma abordagem longitudinal, que tente responder às questões anteriores. É o que nos propomos fazer com a realização do presente estudo.

2. Definição do problema

A NPD é, sem qualquer dúvida, uma modalidade desportiva não traumática que quando convenientemente orientada tem grande valor profilático e terapêutico. No entanto, apesar dos evidentes e inquestionáveis benefícios que lhe são inerentes, a prática competitiva, particularmente nas faixas etárias mais baixas, pode repercutir-se negativamente na integridade física do jovem devido a risco de lesão, situação que poderá ser evitada se considerarmos o factor prevenção.

Na prevenção de lesões em geral, e particularmente nos músculos rotadores dos ombros, alguns autores consideram o termo *desequilíbrio muscular*, o qual descreve um distinto nível de performance muscular quando comparada com valores considerados normais (Schlumberger *et al.*, 2006). A principal aplicação deste conceito vai no sentido de, por um lado perceber se a distinta expressão de força muscular é um factor limitativo da performance, por outro perceber se contribui para o aumento do risco de lesão. Ainda segundo os autores mencionados, os valores normativos para os vários desportos e também diversos grupos musculares implicados são escassos na literatura. No entanto, vários autores têm efectuado esforços neste sentido, essencialmente utilizando valores de força muscular, nomeadamente *peak torque (PT)*, obtidos através de testes em instrumentos isocinéticos, os quais permitem a determinação de rácios (Bak & Magnusson, 1997; Cingel, Kleinrensinkb, Mulderc, Bied, & Kuiperse, 2007; McMaster, Long, & Caiozzo, 1992).

Um exemplo da determinação de rácios, neste caso no complexo articular do ombro e mais especificamente dos músculos rotadores da articulação glenoumeral, é a determinação do rácio entre RE e RI (RE/RI) (Cingel *et al.*, 2007; Noffal, 2003). Estes rácios têm sido utilizados quer entre ombro dominante e não dominante quer entre os rotadores do mesmo ombro (rácio unilateral). É aceite pela comunidade científica que

um decréscimo do valor de força concêntrica dos RE, combinado com um aumento do mesmo valor dos RI 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).

Existem algumas evidências de que os rácios de contrações concêntricas entre RE/RI são menores no membro dominante (MD) quando comparado com o membro não dominante (MND) e também quando comparados nadadores com grupos de controlo (não atletas) (Bak & Magnusson, 1997; Noffal, 2003). Por outro lado, existem também resultados de nadadores (jovens e *masters*) e jogadores de pólo aquático que apontam para rácios RE/RI do mesmo ombro com uma relação de 3:2, o que representa um valor relativo de 66% (Gulick *et al.*, 2001; Ramsi, *et al.*, 2004). Resultados semelhantes foram encontrados em tenistas e jogadores de badminton, em que os autores indicaram 66% a 75% como valores de rácios RE/RI “normais” (Cingel *et al.*, 2007; Ellenbecker & Davies, 2000).

É um facto que, apesar dos benefícios dos dados referentes aos valores de força dos músculos rotadores dos ombros na prevenção de lesões, a maioria dos estudos realizados apresentam apenas abordagens transversais (McCarrick & Kemp, 2000; McMaster *et al.*, 1992; Noffal, 2003), subsistindo algumas dúvidas no que respeita a uma avaliação dinâmica da ação muscular através de uma abordagem longitudinal, analisando os possíveis efeitos do treino diário e da aplicação de protocolos de exercícios compensatórios específicos para o problema em causa.

Da análise de literatura efectuada apenas um estudo apresenta um desenho experimental com uma análise longitudinal no que respeita ao acompanhamento de uma época de treino em nadadores (Ramsi *et al.*, 2004). Os resultados apontaram para ganhos significativos de força nos RI dos ombros ao longo da época, os quais não foram acompanhados por aumentos proporcionalmente idênticos ao nível dos RE. Estes dados indicaram um aumento da descompensação entre os grupos musculares referidos, aumentando a probabilidade de lesões (Ramsi *et al.*, 2004). De salientar no entanto que os autores avaliaram apenas a produção de força isométrica, utilizando um dinamómetro manual, o que nos parece manifestamente insuficiente para avaliar todo o problema do estudo.

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

Numa análise aos trabalhos que não utilizaram nadadores na amostra, Beneka, Malliou, Giannakopoulos, Kyrialanis, & Godolias (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 RI e RE dos ombros. Os resultados apontaram para ganhos significativos em ambos os grupos musculares mas apenas com o trabalho de elásticos. Num outro estudo, Niederbracht, Shim, Sloniger, Paternostro-Bayles, & Short (2008) num trabalho efectuado com tenistas do sexo feminino, concluíram que a forma mais adequada de diminuir os desequilíbrios musculares ao nível dos rotadores dos ombros e consequentemente reduzir o risco de lesões que lhe são associados, será aumentar o treino de força excêntrica dos RE sem um subsequente aumento da força concêntrica dos RI, a qual já será conseguida através do treino específico da modalidade em causa. Por último, com o intuito de analisar a frequência de treino necessária para que os ganhos de força adquiridos se mantenham nos músculos rotadores dos ombros, McCarrick & Kemp (2000) concluíram que um treino semanal é suficiente. De notar que se tratou do único trabalho de que tenhamos conhecimento que analisou os efeitos do destreino da força dos rotadores dos ombros, tendo concluído que a força excêntrica é mais susceptível 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.

Relativamente aos estudos que avaliaram efeitos de programas de treino de força nos rotadores do ombro com nadadores, Swanik, Swanik, Lephart, & Huxel (2002) estudaram os efeitos nos níveis de força e na incidência de dores nos ombros, tendo utilizado um programa com bandas elásticas, pesos livres e peso do corpo. Os resultados deste trabalho apontam para que o treino funcional reduza a incidência de lesões nos ombros dos nadadores revelando-se também efetivo no aumento da força de

RI e RE. Para além do estudo referido, apenas encontramos dois outros que utilizaram nadadores na amostra, embora analisando o efeito do treino de força e flexibilidade dos rotadores na postura dos ombros (Kluemper & Hazelrigg, 2006) e na força e resistência dos movimentos de protração e retração (Van de Velde, De Mey, Maenhout, Calders, & Cools, 2011).

De todos os estudos anteriormente descritos será de sublinhar um ponto comum, que é o facto de em todas as intervenções terem existido ganhos significativos de força nos músculos envolvidos na rotação interna e externa dos ombros, após um treino específico para o efeito.

Do nosso conhecimento, e com base no que foi exposto nos parágrafos anteriores, 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 de desenho experimental procurou investigar longitudinalmente a associação entre os efeitos de uma época competitiva numa fase crítica de aumento de volume de treino com um programa de treino compensatório específico, designadamente numa amostra de jovens nadadores. Desta forma, pensamos que se justificará a realização de um estudo em que se defina como principal objecto de estudo o seguinte:

Caracterização e avaliação da evolução do perfil de força dos músculos rotadores dos ombros em jovens nadadores ao longo de uma época competitiva e avaliação dos efeitos de um programa de treino de força compensatório na força, equilíbrio e resistência muscular dos rotadores dos ombros na mesma amostra.

Para além do mencionado, e de forma complementar, achamos pertinente uma avaliação do efeito da ausência do treino (destreino) relativo ao programa de força implementado. O interesse nesta questão específica tem não só a ver com as questões pertinentes que daqui decorrerão para o treino, mas também com o facto de existir uma clara lacuna na literatura relativamente a este tema. De facto não temos conhecimento de nenhum trabalho que tenha tido como objectivo a análise do destreino nos rotadores dos ombros em nadadores de competição.

3. Objectivos

3.1. Objectivos gerais

Este estudo pretende contribuir para o conhecimento dos efeitos do treino de força compensatório dos rotadores do complexo articular do ombro em nadadores, ajudando na prevenção de lesões ao nível do ombro, as quais representam um problema não só na NPD mas também em outras atividades desportivas. Para tal propomo-nos avaliar jovens nadadores ao longo de uma época desportiva, na qual serão sujeitos a um período de treino de força compensatório e respetivo destreino, contribuindo também para a criação de dados normativos referentes a parâmetros de força dos rotadores dos ombros, os quais são praticamente inexistentes.

3.2. Objectivos específicos

- 1) Caracterizar o perfil de força isocinética dos músculos rotadores dos ombros em jovens nadadores de competição.
- 2) Criar dados normativos específicos da amostra em causa.
- 3) Avaliar o efeito de um período de 16 semanas de treino de força compensatório dos rotadores do ombro em três domínios distintos:
 - Níveis de força dos RI e RE;
 - Equilíbrio muscular dos rotadores do complexo articular do ombro;
 - Níveis de fadiga muscular dos rotadores do ombro.
- 4) Avaliar o efeito de um período de 16 semanas de ausência do treino de força compensatório nos músculos rotadores dos ombros, também, em três domínios distintos:
 - Níveis de força dos RI e RE;
 - Equilíbrio muscular dos rotadores do complexo articular do ombro;

- Níveis de fadiga muscular dos rotadores do ombro.

5) Avaliar a influência do treino aquático ao longo de uma época desportiva no equilíbrio, força e fadiga dos músculos agonistas e antagonistas implicados na rotação do ombro, comparando 3 momentos distintos da época desportiva (início, meio e fim).

6) Comparar o equilíbrio muscular dos rotadores dos ombros entre braço dominante e não dominante, durante a evolução da época desportiva.

4. Hipóteses de estudo

As hipóteses de estudo que pretendemos testar são as seguintes:

1. A realização de um período de 16 semanas de treino de força compensatório aumenta o equilíbrio muscular, níveis de resistência e força dos rotadores do complexo articular do ombro.
2. A ausência do treino de força compensatório promove o aumento do desequilíbrio muscular nos músculos rotadores do ombro bem como uma diminuição dos níveis de força e de resistência muscular.
3. A realização exclusiva de treino aquático em nadadores de competição ao longo de uma época desportiva promove desequilíbrios musculares ao nível dos rotadores do complexo articular do ombro.
4. Existem diferenças no equilíbrio muscular dos rotadores dos ombros entre membro dominante e não dominante em nadadores de competição.

CAPÍTULO II – REVISÃO DE LITERATURA

1. Ações musculares nos movimentos dos membros superiores em Natação Pura Desportiva
 2. Diagnóstico de descompensação/desequilíbrio muscular entre os músculos rotadores do ombro na natação
 3. Avaliação da força isocinética do complexo articular do ombro
 - 3.1. Análise e interpretação de dados isocinéticos
 - 3.1.1. Rácios Unilaterais
 - 3.1.2. Rácio de Fadiga ou Índice de Fadiga
 - 3.1.3. Comparações Bilaterais
 - 3.1.4. A utilização de valores normativos
 - 3.1.5. Correção ao efeito da gravidade
 - 3.2. Relação entre testes isocinéticos e performance funcional em atividades que envolvem os membros superiores
 - 3.3. Dinamómetros utilizados em avaliações isocinéticas do complexo articular do ombro
 - 3.4. Posição anatómica utilizada na avaliação da força isocinética do complexo articular do ombro
 - 3.5. Velocidade angular e número de repetições utilizadas na avaliação da força isocinética do complexo articular do ombro
 - 3.6. Resenha de estudos efectuados sobre avaliação de força isocinética dos músculos RI e RE do ombro
 4. Treino de força compensatório dos músculos rotadores do ombro em Natação Pura Desportiva
 - 4.1. Resenha de estudos sobre treino de força compensatório para os músculos RI e RE do ombro
-

CAPÍTULO II - REVISÃO DA LITERATURA

1. Ações musculares nos movimentos dos membros superiores em Natação Pura Desportiva

Uma caracterização genérica do esforço em NPD aponta para uma modalidade essencialmente de resistência (Maglischo, 2003), acarretando, mesmo em jovens nadadores, volumes consideráveis de treino, já quantificados no capítulo anterior. Por outro lado, a análise dos modelos biomecânicos das técnicas de nado demonstram uma sobre-solicitação das estruturas inerentes ao complexo articular do ombro, sendo reforçado por alguns autores que a execução das técnicas da NPD promove desequilíbrios musculares que provocam stresse nas estruturas capsulo-ligamentares contribuindo para a instabilidade na articulação (O'Donnell, Bowen, & Fossati, 2005).

O complexo articular do ombro é uma unidade anatómica funcional complexa que alia a necessidade de uma grande mobilidade a uma escassa estabilidade. Com efeito o suporte ósseo da articulação é reduzido, sendo a relação úmero/omoplata mantida fundamentalmente por tecido moles, o que de alguma forma explica a prevalência de lesões a este nível (Reinold *et al.*, 2004). Como a mobilidade está diretamente relacionada à instabilidade da articulação, há necessidade de recorrer a mecanismos fixadores e estabilizadores que auxiliam na ordem funcional da estrutura. Os mecanismos mencionados são essencialmente compostos por tendões, ligamentos, cápsula articular e estrutura muscular da coifa dos rotadores (Johnson, 2003a).

A coifa dos rotadores é uma estrutura composta pelo músculo supra-espinhoso, infra-espinhoso, pequeno redondo e sub-escapular, que desempenham importantes papéis na realização das ações inerentes às técnicas de nado. De uma forma resumida, segundo Busso (2004) o supra-espinhoso realiza a rotação externa e abdução na recuperação do crol e costas; o infra-espinhoso funciona como estabilizador articular nos estágios iniciais da recuperação do nado crol e mariposa; o pequeno redondo funciona também como estabilizador articular em todos os movimentos do braço; por

último o sub-escapular, é o principal responsável pela rotação interna nos movimentos propulsivos e adução no movimento vigoroso do braço no nado crol e mariposa.

Por outro lado, os músculos deltóide, trapézio, grande dentado, rombóide e grande dorsal contribuem também para a estabilidade dinâmica desta articulação, rodando e comprimindo a cabeça do úmero contra a cavidade glenóide (O'Donnell *et al.*, 2005).

Na realização de qualquer das técnicas da NPD, para além da já enunciada sobre-solicitação dos membros superiores, as ações exigem elevadas amplitudes articulares, especialmente no complexo articular do ombro (Yanai & Hay, 2000), sendo estas as principais causas de stresse na articulação do ombro e também do designado síndrome de impacto ou conflito (Yanai & Hay, 1996). Vários autores (Johnson, Gauvin, & Fredericson, 2003; Kammer *et al.*, 1999; O'Donnell *et al.*, 2005; Richardson, Jobe, & Collins, 1980; Tyler, Nahow, Nicholas, & McHugh, 2005; Yanai & Hay, 2000) afirmaram que o referido síndrome é uma das principais causas das lesões no ombro em nadadores, o qual se refere essencialmente a fenómenos de compressão, sendo uma situação que ocorre em determinadas fases do ciclo de braçada durante o nado. Segundo Blanch (2004) o que acontece é que em movimentos de excessiva flexão, abdução e rotação interna, como ocorre nas ações propulsivas subaquáticas e durante a recuperação no crol e mariposa, surge o mencionado síndrome de conflito, sendo a área de impacto centrada na inserção do músculo supra-espinhoso com a longa porção do bicípite e/ou da compressão do tendão supra-espinhoso com o terço anterior do arco sub-acromial.

Yanai & Hay (2000) realizaram uma análise cinemática à técnica de crol, com o objectivo de determinar as causas técnicas que causam a síndrome de conflito. Para tal efetuaram diversas repetições, a diferentes velocidades, com e sem palas e utilizando ou não ciclos respiratórios. As principais conclusões a que os autores chegaram apontam para que em média o impacto ocorra em 24.8% do tempo de ciclo de nado. No entanto os autores têm o cuidado de mencionar que numa ou em mais fases do ciclo de nado cada nadador experienciou o impacto em algumas repetições e noutras o mesmo não aconteceu. Este facto sugere que a variabilidade das execuções técnicas condiciona de sobremaneira o aparecimento ou não do referido síndrome. No

entanto, todos os nadadores com elevado risco de surgimento da síndrome de conflito apresentaram três características comuns nas técnicas de execução: i) elevada rotação interna do braço durante as fases propulsivas; ii) um início tardio da rotação externa do braço durante a fase de recuperação; iii) um reduzido ângulo de inclinação do tronco (o qual nos aponta para uma reduzida rotação do tronco sobre o eixo longitudinal). Desta forma, os autores referem como principal conclusão, que os nadadores conseguirão reduzir o número de ocorrências da síndrome de conflito que pode levar a lesão, efetuando alterações na técnica, de forma a minimizar as três características apresentadas.

Relativamente aos efeitos das diferentes velocidades de nado no aparecimento ou não da síndrome de conflito, Yanai & Hay (2000) não encontraram relação entre ambos, o que significa que os nadadores estão igualmente sujeitos ao aparecimento do referido síndrome quer nadem em distâncias longas ou curtas (*sprint*).

No que respeita à utilização de palas nas superfícies propulsivas do membro superior (MS) existem, desde há bastante tempo, algumas sugestões relativas a associação com a dor no ombro (Hall, 1980), especulando-se que os problemas poderiam ser causados, em parte, por uma utilização destas superfícies propulsivas. Richardson *et al.* (1980) referiram mesmo que 81% dos nadadores que apresentaram problemas ao nível dos ombros tiveram dores no treino na água com palas. Foi com base neste pressuposto que Yanai & Hay (2000) efetuaram a comparação do nado com e sem a utilização das palas, não se verificando diferenças significativas entre as distintas execuções técnicas.

Por último, no que respeita à comparação entre ciclos respiratórios e não respiratórios e também entre o lado preferencial para respirar e o oposto, Yanai & Hay (2000) concluíram que existe uma maior probabilidade de ocorrência de lesões no ombro do lado dominante da respiração do que no contrário. Os autores suportam este facto baseando-se nas diferenças de realização técnica bilaterais, nomeadamente entre o MS do lado da respiração e o contrário.

Realizaremos de seguida uma curta descrição das fases dos MS da técnica de crol, que no que diz respeito ao trajeto subaquático é muito semelhante à mariposa (Maglischo, 2003), sendo estas as duas técnicas em que ocorrem maiores problemas ao

nível dos ombros (Johnson *et al.*, 2003). Esta descrição será realizada centrando a informação em aspectos biomecânicos com relevância para o complexo articular do ombro.

Entrada e “agarre”: Nesta curta descrição iremos considerar o “agarre” como o instante em que as superfícies propulsivas dos MS são colocadas para que se inicie a força propulsiva (Maglischo, 2003). Durante a entrada da mão e momentos após a mesma, o braço encontra-se em rotação interna, sendo a mão sujeita a uma forte resistência da água. Neste instante é habitual os nadadores terem os membros superiores em flexão (ombro em adução superior, rotação interna), para que consigam efetuar o “agarre” bem à frente do corpo, na maior amplitude possível. Esta posição do membro superior faz com que seja necessária uma elevada produção de força pelos grupos musculares do complexo articular do ombro de forma a exercer “tração” sobre o fluido (Johnson *et al.*, 2003). Relacionando este facto com o que foi mencionado no estudo de Yanai & Hay (2000) e tendo em consideração que o braço se encontra em rotação interna, existe a necessidade da realização de uma elevada quantidade de força pelos grupos musculares do ombro responsáveis pela realização desta ação. Para além deste facto Johnson *et al.* (2003) referem ainda que deve ser motivo de preocupação para nadadores e técnicos, uma entrada da mão em que exista um cruzamento da linha média do corpo, o que, segundo os autores, aumenta não só a superfície frontal de contacto e o arrastamento de forma, como também a probabilidade de ocorrência da síndrome de impacto.

Fase propulsiva: Nesta fase o ombro encontra-se em adução e rotação interna, sendo a fase da braçada em que existe a maior produção de força propulsiva, maior velocidade das superfícies propulsivas e, conseqüentemente, onde existe uma maior produção de força por parte dos grupos musculares envolvidos (Cappaert, Pease, & Troup, 1995; Strasse, Wild, & Hahn, 1999). Para Blanch (2004), o que é importante para uma optimização desta fase de tração na água é que, desde cedo a mão e antebraço consigam a maior superfície de contacto possível perpendicular com a linha de deslocamento do corpo. O autor referiu que esta situação é conseguida através do que é usualmente designado pelos técnicos da especialidade como “cotovelo alto”. Basicamente o que se pretende é que na maioria do trajeto subaquático o plano do cotovelo esteja acima do plano da mão, o que optimiza a criação de força propulsiva.

Mas este posicionamento do ombro/cotovelo/mão requer elevados níveis de flexibilidade ao nível do ombro, estando a articulação num plano elevado, o úmero em rotação interna e o cotovelo em flexão por forma posicionar corretamente o antebraço e mão (Blanch, 2004). A utilização do “cotovelo alto” nas técnicas de nado apesar de ter uma evidente vantagem mecânica, permitindo a criação de uma resultante propulsiva mais efetiva, tem uma clara desvantagem, pois tende a colocar as estruturas do ombro em risco, uma vez que existe uma maior probabilidade de ocorrência da síndrome de impacto (Yanai & Hay, 2000).

Recuperação: Na fase de recuperação o ombro efetua uma abdução e rotação externa à medida que o braço é conduzido para a frente para a posterior entrada na água. É uma das fases em que se verificaram maior número de ocorrências de síndrome de conflito (Yanai & Hay, 2000). Parece ser de especial importância nesta fase existir uma elevada coordenação na execução da abdução e rotação externa do braço.

Tendo por base tudo o que foi exposto anteriormente, e fazendo um pequeno resumo, parece-nos evidente que a realização das técnicas de nado podem promover desequilíbrios musculares que causam stresse nas estruturas capsulo-ligamentares, contribuindo para a instabilidades do complexo articular do ombro (O'Donnell *et al.*, 2005). Por outro lado, também pudemos constatar que os nadadores poderão reduzir o mencionado stresse nestas estruturas através de cuidados e alterações técnicas, com as quais reduzirão o mencionado síndrome de conflito.

Por último, através da análise biomecânica das técnicas de nado, verificamos que os grupos musculares dos RI e RE dos ombros são críticos no sentido em que promovem proteção ao complexo articular sendo também essenciais na prestação dos nadadores. No entanto, também é um facto documentado (Astrab, Small, & Kerner, 2001; Weldon & Richardson, 2001) que os RI são mais fortes nos nadadores quando comparados com os RE devido às repetidas contrações concêntricas a que são submetidos nas fases propulsivas durante o nado. Pelo contrário, alguns dados sugerem que os RE se tornam comparativamente mais fracos, quer em nadadores jovens quer em absolutos com o avançar da idade e da carreira do atleta (Ramsi *et al.*, 2004). Desta forma será determinante, não só o reforço muscular geral, de todo a

musculatura de suporte ao complexo articular do ombro, como especificamente o reforço e fortalecimento dos RE, tanto na prevenção como na reabilitação de lesões da mencionada articulação.

Não gostaríamos de terminar este capítulo sem reforçar que, as causas das lesões na articulação do ombro são multifactoriais, não se esgotando nas questões biomecânicas referidas, incluindo também a experiência do praticante, as distâncias percorridas (volumes de treino), técnica de nado preferencial, intensidade do treino, a realização ou não de treino compensatório, treino de flexibilidade e o uso de materiais auxiliares para treino na água (Kolber, Beekhuizen, Santore, & Fiers, 2008).

2. Diagnóstico de descompensação/desequilíbrio muscular entre os músculos rotadores do ombro na natação

O ombro é um complexo articular caracterizado por um elevado grau de mobilidade, o que acarreta a necessidade de uma significativa estabilização dinâmica. Tal como foi previamente referido, a coifa dos rotadores funciona como um importante estabilizador dinâmico da articulação do ombro (Bigliani, Kelkar, Flatow, Pollock, & Mow, 1996; David *et al.*, 2000). Os desportos que envolvem esforços intensos e repetitivos ao nível dos ombros, como é o caso da NPD, mesmo tratando-se de uma modalidade não traumática, requerem ações musculares com elevado nível de coordenação e sincronização, de forma a desempenharem os padrões motores de estabilização durante as inúmeras repetições a que são sujeitos.

Tal como foi descrito no capítulo anterior, na prática competitiva da NPD, o apelo a uma repetitiva e intensa utilização da articulação do ombro, particularmente nas faixas etárias mais baixas, pode repercutir-se negativamente na integridade física do jovem, já que são referidas inúmeras situações de lesão na articulação mencionada em nadadores de competição (Blanch, 2004; Cohen *et al.*, 1998). Por sua vez, esta situação poderá ser evitada se considerarmos o factor prevenção.

Na prevenção de lesões dos músculos rotadores dos ombros, o termo *desequilíbrio muscular* é utilizado por alguns autores como sendo um distinto nível de

performance muscular quando comparada com valores considerados normais (Schlumberger *et al.*, 2006). A aplicação deste conceito tem um duplo sentido tentando perceber, por um lado se a distinta expressão de força muscular é um factor limitativo da performance, por outro se contribui ou não para o aumento do risco de lesão.

Schlumberger *et al.* (2006), referindo-se a uma posição da EISCSA (*European Interdisciplinary Society for Clinical and Sports Application*), alertou para o facto de o diagnóstico de um possível desequilíbrio muscular ao nível de um complexo articular, ter que ser efectuado através de uma análise multifactorial, com observações/avaliações qualitativas e quantitativas. Desta forma, uma análise detalhada da função muscular deverá contemplar: i) parâmetros de força, ii) características passivas e ativas do alongamento muscularem e iii) parâmetros da função neuromuscular, tais como aspectos proprioceptivos, reflexos e atividade electromiográfica voluntária seguindo condições específicas de realização.

Na área específica da avaliação dos parâmetros de força, sobre a qual nos iremos debruçar no presente trabalho, a forma de determinação de eventuais desequilíbrios musculares deve assentar numa avaliação válida e fiável (Mayer *et al.*, 2001), sendo uma das formas privilegiadas e mais utilizadas a quantificação da força produzida, nomeadamente do *PT* obtido por testes isocinéticos (Schlumberger *et al.*, 2006).

A avaliação isocinética mencionada permite-nos, por sua vez, a quantificação dos valores de força de grupos musculares, o que no caso da articulação do ombro, nos permitirá aceder a valores de músculos agonistas e antagonistas na rotação da articulação mencionada (Ellenbecker & Davies, 2000). Referimo-nos, neste caso concreto, aos grupos musculares que interferem na rotação interna e externa do ombro.

Diversos estudos (Cools *et al.*, 2002; Cools, Witvrouw, Declercq, Danneels, & Cambier, 2003; Ludewig & Cook, 2000; Wadsworth & Bullock-Saxton, 1997) demonstraram já a importância de uma coordenada e sincronizada ação dos grupos musculares que constituem as articulações do ombro, bem como uma relação proporcional da força da musculatura da coifa dos rotadores durante toda a amplitude articular na execução de qualquer tarefa. Os autores referiram que mínimas alterações

nas relações entre as forças dos RI e RE dos ombros poderão comprometer um normal funcionamento da articulação, podendo levar a lesões e consequente inatividade (Doukas & Speer, 2001; MacDermid, Ramos, Drosdowech, Faber, & Patterson, 2004).

Com vista a caracterizar a proporcionalidade da relação entre grupos musculares utilizam-se os já mencionados rácios, sendo o seu conceito associado à relação entre valores de força de grupos musculares antagonistas e agonistas, e que, segundo Ellenbecker & Roetert (2003), caracterizam a qualidade do equilíbrio muscular, sendo uma das principais variáveis a determinar quando se pretende o diagnóstico do equilíbrio/desequilíbrio muscular de qualquer complexo articular.

O exemplo mais comum de determinação de rácios entre músculos rotadores da articulação glenoumeral são os já referidos rácios RE/RI (Cingel *et al.*, 2007; Noffal, 2003). Estes rácios podem ser utilizados de formas distintas, nomeadamente, quer para caracterizar a relação entre os rotadores do mesmo ombro (rácio unilateral), quer entre ombro dominante e não dominante. Usualmente um maior risco de lesão nos rotadores do complexo articular do ombro está associado a um menor valor do rácio RE/RI, sendo este consequência de um decréscimo do valor de força concêntrica dos RE, combinado com um aumento do mesmo valor dos RI (Cingel, *et al.*, 2007). Para Ellenbecker & Davies (2000) aceder ao rácio RE/RI é de vital importância na avaliação e interpretação da função muscular dos membros superiores, havendo inclusivamente evidências científicas que atestam que uma diminuição do mencionado rácio é uma característica de atletas com instabilidade e síndrome de conflito na articulação glenoumeral (Leroux *et al.*, 1994; Warner, Micheli, Arslanian, Kennedy, & Kennedy, 1990).

Schlumberger *et al.* (2006) referiram que a situação ideal será de facto poder confrontar valores de força muscular com valores normativos, os quais, ainda segundo os autores mencionados, não são fáceis de encontrar. No entanto, já conseguimos encontrar na literatura alguns resultados que podem de alguma forma colmatar esta lacuna, essencialmente com valores de *PT* obtidos através de testes de força isocinéticos, os quais são utilizados na determinação dos já mencionados rácios (Bak & Magnusson, 1997; Cingel *et al.*, 2007; McMaster *et al.*, 1992; Swanik *et al.*, 2002; West, Sole, & Sullivan, 2005).

Existem alguns dados na literatura que nos indicam algumas tendências relativas a valores de rácios de contrações concêntricas entre RE/RI. Foram reportados valores menores de rácios unilaterais, sugerindo maiores desequilíbrios musculares, no MD quando comparado com o MND e também quando comparados nadadores com grupos de controlo (não atletas), (Bak & Magnusson, 1997; Noffal, 2003). Por outro lado, existem alguns resultados com amostras constituídas por tenistas e jogadores de badminton que apontam para valores normativos de rácios RE/RI entre os 66% a 75% (Cingel *et al.*, 2007; Ellenbecker & Davies, 2000; Ellenbecker & Roetert, 2003; Roetert, Ellenbecker, & Brown, 2000). Resultados semelhantes foram encontrados em nadadores (jovens e *masters*) e jogadores de pólo aquático que apontam para rácios RE/RI do mesmo ombro com uma relação de 3:2, o que representa um valor relativo de 66% (Gulick *et al.*, 2001; Ramsi *et al.*, 2004).

3. Avaliação da força isocinética do complexo articular do ombro

De uma forma geral, o exercício isocinético diz respeito a um movimento efectuado a uma velocidade angular constante sobre uma alavanca na qual um segmento corporal efectua força (Brown, 2000a). Teoricamente um aparelho isocinético permite uma acomodação da força e manutenção de uma velocidade angular constante, permitindo um esforço máximo durante a totalidade da amplitude articular estipulada.

Na prática, o indivíduo realiza um esforço muscular, máximo ou submáximo, ao qual a resistência do aparelho se adapta de forma a manter uma velocidade angular constante. A força exercida pelos grupos musculares varia durante o arco de movimento, devido ao seu braço de alavanca que se altera conforme a amplitude do movimento. Tem-se, então, o chamado momento angular de força ou torque (Enoka, 2008; Terreri, Greve, & Amatuzzi, 2001).

Segundo Forthomme, Maquet, Crielaard, & Croisier (2005) a avaliação isocinética tem sido usada nas últimas três décadas como método para se determinar o padrão funcional da força e do equilíbrio muscular, quer no âmbito da reabilitação quer do treino desportivo numa perspectiva preventiva. De facto o domínio científico e clínico do uso de aparelhos isocinéticos em avaliação e reabilitação de lesões

desportivas, bem como na prevenção das mesmas, desempenha um papel de extrema importância (Ellenbecker & Davies, 2000; Mayer *et al.*, 2001).

Para o atleta, treinador e toda a equipa multidisciplinar envolvida no processo de treino será de grande interesse poder dispor de um método de avaliação muscular funcional, objectivo e seguro, que forneça dados confiáveis e reproduzíveis. No que respeita ao complexo equilíbrio muscular entre músculos agonistas e antagonistas que rodeiam a articulação glenoumeral, informação objectiva é de vital importância para o processo de prevenção de lesões e reabilitação das mesmas (Davies & Ellenbecker, 1993).

A literatura referente à avaliação isocinética do ombro apresenta, ainda, algumas contradições relativas a aspectos metodológicos, elaboração e aplicação de protocolos (Ellenbecker & Mattalino, 1997; Mayer *et al.*, 2001). Apesar deste facto, a obtenção de dados objectivos e quantitativos resultantes da avaliação muscular, continuam a ser de grande importância na avaliação funcional do ombro, particularmente em alguns contextos da reabilitação de lesões, trabalho profilático e até na melhoria da performance desportiva (Forthomme *et al.*, 2005).

Tendo em consideração a falta de unanimidade em algumas questões relacionadas com as avaliações da função muscular utilizando aparelhos isocinéticos, e também no sentido de homogeneizar procedimentos diminuindo erros associados aos mesmos, Hill, Pramanik, & McGregor (2005) estabeleceram algumas considerações relativas aos testes mencionados. Os autores aconselharam o seguinte: i) que sejam criados protocolos estandardizados facilitando a validade do(s) teste(s); ii) que exista preocupação por parte dos avaliadores em informar o avaliado no que diz respeito a requisitos particulares do teste, tais como: um correto e específico aquecimento, uma familiarização com o instrumento antes da avaliação (conhecimento das várias velocidades de avaliação e do posicionamento e tarefa a desempenhar); iii) respeitar rigorosamente os protocolos e incluir nos mesmos as instruções e incentivos verbais a fornecer; iv) usar instrumentos de avaliação fiáveis e devidamente calibrados, segundo as instruções do fabricante; v) providenciar uma correta estabilização corporal e das estruturas envolventes à articulação ou complexos articulares a avaliar. Respeitando as considerações propostas, os avaliadores terão à disposição um elevado número de

dados quantitativos que traduzem uma análise funcional dos complexos articulares avaliados.

3.1. Análise e interpretação de dados isocinéticos

Uma das vantagens dos testes isocinéticos é permitirem o acesso a um elevado número de dados quantitativos que podem ser utilizados para analisar a função muscular de um determinado atleta. Os dados resultantes de avaliações isocinéticas utilizados com maior frequência são o *PT*, trabalho, potência, e o tempo de aceleração e de diminuição da aceleração (Ellenbecker & Davies, 2000).

O *PT*, ou momento de força máximo, é o valor mais elevado de força muscular efectuada pelo sujeito avaliado durante a totalidade da amplitude de movimento numa dada repetição, traduzindo a capacidade muscular. Em termos mecânicos representa o resultado do produto da força aplicada num ponto pela distância do ponto de aplicação dessa força ao centro de rotação do eixo de movimento, sendo a sua unidade de medida o Newton-metro (Nm) (Enoka, 2008; Perrin, 1993). É considerado um parâmetro fiável, tendo sido encontrados valores adequados de variabilidade em teste-reteste, nomeadamente em movimentos de rotação dos ombros a 60°/s (rotação externa no plano da omoplata: $r = 0.94$; rotação interna: $r = 0.92$) (Greenfield, Donatelli, Wooden, & Wilkes, 1990). Por outro lado, Mayer, Horstmann, Kranenberg, Rocker, & Dickhuth (1994) encontraram valores de variabilidade nos *PT* considerados baixos (13-18%) em todas as avaliações de rotação dos ombros em contrações concêntricas a 60°/s.

Ainda em relação aos valores de *PT* e com o objectivo de se conseguir efetuar comparações entre indivíduos ou diferentes populações, é usual normalizar os dados, utilizando para tal o peso corporal. Desta forma, obtemos o resultado do quociente entre o valor do *PT* e o peso corporal, normalizando este dado (Ellenbecker & Davies, 2000).

O Trabalho representa a energia realizada no esforço muscular durante o movimento, sendo o resultado do produto do torque pelo deslocamento angular. É expresso em joule (J). É também comum nos *softwares* existentes nos distintos

instrumentos isocinéticos aceder ao trabalho total, o qual traduz o valor deste dado da repetição com maior valor total de trabalho. Na prática é um indicador da capacidade do músculo produzir força durante a amplitude articular prevista (Brown, 2000b). À semelhança do que acontece com o *PT*, também é comum efetuar a normalização do valor do trabalho muscular pelo peso corporal, podendo desta forma efetuar comparações inter-pessoais.

A potência é o resultado do quociente entre o valor do trabalho realizado pelo tempo sendo expresso em watt (w). A velocidade angular é diretamente proporcional à potência, ou seja, quanto maior a velocidade angular, maior a potência; Segundo Perrin (1993), numa análise mais operacional do conceito de potência, representa a velocidade a que um determinado músculo ou grupo muscular consegue produzir força.

O tempo de aceleração e de diminuição da velocidade traduzem a capacidade neuromuscular (Davies, 1992). O tempo de aceleração traduz o tempo (em segundos) necessário para que a velocidade angular estipulada seja atingida pelo esforço do indivíduo desde o início do movimento, sendo revelador da capacidade neuromuscular para acelerar o membro em causa desde o repouso até à velocidade angular estabelecida. Por sua vez o tempo de desaceleração será o intervalo de tempo entre a velocidade isocinética do teste até à paragem do movimento, traduzindo desta forma a capacidade neuromuscular do controlo excêntrico (musculatura antagonista), para a frenagem do movimento (Davies, 1992).

Para além dos dados quantitativos apresentados anteriormente, existem outros que são habitualmente utilizados com base no objectivo a que se propõem, sendo também de grande importância e aplicabilidade.

3.1.1. Rácios Unilaterais

Com o objectivo de caracterizar a proporcionalidade da relação entre grupos musculares utilizam-se os rácios, definidos como o resultado do quociente entre valores de força de dois grupos musculares. Usualmente são calculados utilizando como

referência os valores de *PT* (Ellenbecker & Davies, 2000). Segundo Ellenbecker & Roetert (2003), os rúcios unilaterais caracterizam a qualidade do equilíbrio muscular, sendo uma das principais variáveis a discriminar quando se pretende o diagnóstico do equilíbrio/desequilíbrio muscular de qualquer complexo articular.

No caso concreto dos membros superiores, especificamente do complexo articular do ombro e dos músculos rotadores da articulação glenoumeral, são usualmente utilizados os já anteriormente referidos rúcios RE/RI (Cingel *et al.*, 2007; Noffal, 2003). Será importante relembrar que existem já alguns resultados que apontam valores normativos dos rúcios RE/RI entre os 66% e os 75%, (Cingel *et al.*, 2007; Ellenbecker & Davies, 2000; Ellenbecker & Roetert, 2003; Gulick *et al.*, 2001; Ramsi *et al.*, 2004). Na interpretação dos dados relativos aos rúcios é comum associar a sua diminuição a instabilidade e desequilíbrios musculares na articulação glenoumeral (Leroux *et al.*, 1994; Mayer *et al.*, 2001). Alguns autores associaram mesmo valores iniciais baixos de rúcios unilaterais (avaliados na pré-época) em jogadores de basebol a futuras lesões na articulação do ombro (Byram *et al.*, 2010).

Relativamente aos rúcios, na literatura da especialidade, existe ainda a distinção entre rácio convencional e funcional (Dvir, 2004; Johnson, 2003b).

O rácio funcional é definido pelo quociente entre a força excêntrica dos RE e a força concêntrica dos RI. A avaliação deste rácio é de especial importância nas situações em que os músculos agonistas e antagonistas, em execuções muito rápidas, trabalham simultaneamente e de forma opostas, de forma a evitar o potencial risco de lesão (Dvir, 2004). É o caso concreto das modalidades em que existem movimentos balísticos como o lançar ou rematar (remate no voleibol, pólo aquático e andebol, serviço no ténis e no badminton, etc.). O que acontece é que existe uma forte contração concêntrica dos RI do ombro na fase inicial (fase de aceleração), seguida por uma crescente força excêntrica dos RE (fase de diminuição da velocidade), a qual permite a travagem do movimento (Scoville, Arciero, Taylor, & Stoneman, 1997).

Por sua vez o rácio convencional é definido pelo quociente entre a força concêntrica dos RE e a força concêntrica dos RI. Nos poucos trabalhos realizados com amostras de nadadores (Beach, Whitney, & Dickoff-Hoffman, 1992; Gozlan *et al.*, 2006; Olivier, Quintin, & Rogez, 2008) os autores apenas optaram pela avaliação e

análise do rácio convencional, uma vez que será o que mais próximo está da realidade dos gestos técnicos realizados na NPD, em que não existem movimentos balísticos, não havendo necessidade dos músculos antagonistas (RE) travarem o movimento de forma vigorosa (Johnson *et al.*, 2003).

3.1.2. Rácio de Fadiga ou Índice de Fadiga

Os dinamómetros isocinéticos têm sido utilizados também na avaliação da resistência e fadiga muscular. Ellenbecker & Davies (2000) defenderam que os testes de resistência revelam uma importância significativa na fundamentação para programas de treino de reabilitação com elevadas repetições e também como um meio fiável de aceder à fadiga muscular. Um teste isocinético de fadiga muscular consiste genericamente em avaliar o número de repetições máximas necessárias para chegar a uma redução do valor do *PT*, trabalho ou potência de cerca de 50% (Ellenbecker & Roetert, 1999; Kannus, Cook, & Alosa, 1992). Para tal estabelece-se um período temporal ou um determinado número de repetições.

Ellenbecker & Roetert (1999) afirmaram que os rácios de fadiga comparam o trabalho da segunda metade de uma série de repetições com o trabalho produzido na primeira metade das mesmas. Desta forma o rácio corresponde ao resultado do quociente entre o valor do trabalho da segunda metade das repetições pelo valor da primeira metade das mesmas, podendo ser apresentado de forma absoluta ou relativa. Os mencionados autores avaliaram os rácios de fadiga de 72 tenistas juniores com 20 repetições a 300°/s. Concluíram que os RI são significativamente mais resistentes que os RE, tendo encontrado valores de 69.14% a 71.13% para o MD e ND respectivamente. Relativamente aos RE, os rácios de fadiga encontrados situaram-se entre os 82.93% e 93.90% também para MD e MND.

Terreri *et al.* (2001) num artigo de revisão defenderam que o índice de fadiga se obtém quando o número de repetições for igual ou superior a seis, sendo o resultado da 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;

Um outro método de determinação do índice de fadiga é a utilização dos valores do trabalho realizado no primeiro terço das repetições e também do último terço das mesmas (Ozçakar *et al.*, 2005; Wilk, 1991). O cálculo do Índice de fadiga é efectuado com a seguinte fórmula:

$$[(W1-W2)/W1]x100^i$$

Em natação os estudos que utilizaram índices de fadiga são muito escassos. Apenas encontramos referências a um trabalho efectuado em que foram analisados os índices de fadiga em nadadores (Beach *et al.*, 1992), pelo que faltam efetivamente dados normativos que nos permitam comparar resultados.

Beach *et al.* (1992) utilizaram um distinto conceito de índice de fadiga, o qual foi calculado percentualmente através do quociente entre a média dos *PT* das últimas 3 repetições sobre as médias das 3 primeiras. Os autores testaram nadadores de elite com 50 repetições a 240°/s, encontrando rácios de fadiga relativos para RE de 78% e 80% (para MD e MND respectivamente) e para RI de 106% e 107% (para MD e MND). Numa outra perspectiva encontraram uma correlação significativa entre os rácios de fadiga e dores nos ombros na população de nadadores estudada. Uma conclusão encontrada pelos autores refere que a avaliação dos índices de fadiga dos ombros é necessária em nadadores de competição, devido às características da modalidade, a qual requer um nível de exigência elevado nos rotadores do ombro.

Pela análise anteriormente efectuada pudemos constatar que os métodos de determinação dos rácios ou índices de fadiga são muito variados, não existindo uma forma única e consensual de cálculo. No entanto, estudos de fiabilidade não indicam diferenças entre os resultados dos diversos métodos de cálculo deste parâmetro (Burdett & Swearingen, 1987). Uma questão comum na literatura consultada,

ⁱ Trabalho realizado no 1º terço das repetições (W1); Trabalho realizado no último terço das repetições (W2).

independentemente da fórmula de cálculo dos índices de fadiga, foi o facto de os RI serem mais resistentes que os RE, o que poderá tornar-se de extrema importância a nível clínico e de prevenção, uma vez que os RE têm uma importante função de estabilização da cabeça do úmero, principalmente em movimentos de elevação do braço acima do ombro, como acontece na realização das técnicas de nado (Kronberg, Nemeth, & Brostrom, 1990).

3.1.3. Comparações Bilaterais

A avaliação isocinética e comparação da força, trabalho, potência e resistência entre MD e MND é talvez a forma de avaliação mais utilizada. É uma prática que terá maior pertinência nos membros superiores, devido ao lado dominante e particularmente em atletas praticantes de desportos que fazem apelo ao esforço unilateral (Ellenbecker & Mattalino, 1997).

Acerca de valores normativos referentes a comparações bilaterais nos membros superiores Ellenbecker & Davies (2000) referiram que uma diferença entre 10% e 15% é considerada uma assimetria significativa. No entanto, os autores têm o cuidado de sublinhar que a interpretação destes valores deve ser efectuada com algumas reservas, pois são diversos os factores que contribuem para a mesma, sendo um deles o tipo de atividade desempenhado pelo avaliado. Como exemplo, deveremos afirmar que valores normativos referentes a uma população de tenistas não deverão ser utilizados para uma amostra de nadadores.

Genericamente um máximo de 5% a 10% de dominância de um dos membros superiores é assumido como normal em não desportistas e desportistas de nível recreativo que pratiquem atividades solicitadoras dos membros superiores (Ivey, Calhoun, Rusche, & Bierschenk, 1985).

Os estudos relativos a comparações bilaterais de RI e RE dos ombros têm-se centrado em modalidades em que a sobre solicitação de um dos membros superiores esteja presente. No caso específico da NPD não existem muitos valores de referência

sobre este aspecto, existindo no entanto alguns trabalhos que abordam o assunto e com resultados díspares.

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. Outros dois trabalhos (Gozlan *et al.*, 2006; Gremeaux *et al.*, 2005) foram realizados com o objectivo de efetuar comparações bilaterais dos músculos rotadores dos ombros em modalidades com movimentos assimétricos (ténis), com movimentos simétricos (natação) e uma última com ambos os tipos de movimentos (voleibol). Os resultados relativos aos nadadores do sexo masculino apontaram para valores de *PT* e de rácios RE/RI avaliados a 60°/s superiores nos membros dominantes, com diferenças estatisticamente significativas comparativamente ao MND, o que coloca em causa, de alguma forma, o pressuposto de que pelo facto de se tratar de uma atividade com um esforço simétrico estará isenta de assimetrias bilaterais. Por fim, um estudo de Olivier *et al.* (2008) utilizando como amostra 20 nadadores de alto nível e um grupo de controlo de 20 sedentários constatou que os nadadores apresentam rácios RE/RI avaliados a 60°/s significativamente inferiores aos indivíduos sedentários, sendo os mesmos significativamente superiores no MD.

Como poderemos facilmente entender pela análise do parágrafo anterior, os dados relativos às comparações bilaterais na natação são ainda bastante contraditórios, ou, até mesmo, totalmente opostos se compararmos os resultados dos trabalhos de Olivier *et al.* (2008), Gremeaux *et al.* (2005) e Gozlan *et al.* (2006) com o de Ramsi, *et al.*, (2004). Apesar de se tratar de uma modalidade com a utilização de um esforço bilateral, alguns trabalhos atestam o indício de que possam existir desequilíbrios quando efetuamos comparações bilaterais (Gozlan *et al.*, 2006; Gremeaux *et al.*, 2005; Olivier *et al.*, 2008). Desta forma, estamos cientes de que será de todo interessante alargar a investigação nesta área específica.

3.1.4. A utilização de valores normativos

A utilização de dados normativos ou descritivos referentes a testes isocinéticos poderá ajudar de sobremaneira clínicos e treinadores na análise e interpretação dos seus resultados. No entanto, alguns autores alertam para os cuidados a ter na utilização destes valores normativos (Codine, Bernardc, Sabayrollesb, & Herrisonb, 2005; Ellenbecker & Davies, 2000; Forthomme *et al.*, 2005). O que os autores referiram foi que os valores existem e poderão ser utilizados, no entanto, a especificidade da população avaliada, os instrumentos e procedimentos utilizados na mesma (diferentes posicionamentos, velocidades de avaliação, etc) influenciam os valores obtidos. Desta forma, quando utilizarmos valores normativos de forma a comparar testes de diversos indivíduos deveremos ter em consideração todos os fatores descritos, caso contrário não existirá validade na comparação efetuada.

3.1.5. Correção ao efeito da gravidade

Sempre que uma avaliação isocinética envolve movimentos de um membro numa posição vertical, sendo influenciada pelo efeito da gravidade, o avaliador deverá efetuar procedimentos de correção, que terão em consideração a massa do utensílio utilizado no dinamómetro e também a massa do membro a ser testado (Perrin, 1993). Caso não se efetue a correção ao efeito da gravidade os valores obtidos pela avaliação isocinética são o resultado do somatório da força muscular com a força da gravidade (Edouard & Degache, 2009).

A importância da correção do efeito da gravidade, especialmente nas avaliações dos membros inferiores, desde há muito que foi comprovada, podendo por exemplo existir um erro na avaliação da força dos quadricípites entre os 4% e os 43% e dos posteriores da coxa entre os 15% e 51% (Bohannon & Smith, 1989; D. Perrin, Haskvitz, & Weltman, 1991).

Relativamente à avaliação dos RI e RE dos ombros, na posição sentado, Edouard & Degache (2009) tendo efectuado avaliações isocinéticas aos rotadores do ombro com e sem correção gravitacional, comprovaram que esta correção tem uma influência significativa nos valores de força. Se a correção gravitacional não for

efectuada através da massa do membro avaliado, os valores dos RI são sobrestimados acontecendo o contrário aos RE.

Ainda em relação às avaliações isocinéticas aos rotadores dos ombros Perrin (1993) reforçou que os RI são “assistidos” pela força da gravidade, sucedendo o contrário aos RE. Assim sendo, o autor aconselhou que sempre que se pretenda avaliar os rotadores dos ombros na posição sentado o avaliador deve ter o cuidado de efetuar a correção do efeito da gravidade, seguindo as instruções do manual do instrumento utilizado. Para além disto o autor mencionou ainda que este procedimento deverá ser cuidadosamente descrito, sob pena dos dados não deverem ser utilizados para normalização.

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

Para além do já referido interesse e importância das avaliações isocinéticas, será também de especial relevância, quer ao nível da reabilitação de lesões quer do treino preventivo e de elevação da performance, perceber a relação da força muscular obtida através de testes isocinético e a prestação funcional nas diferentes modalidades e exercícios.

A complexa sequência biomecânica da realização dos diversos movimentos inerentes à prática desportiva, que envolvem uma cadeia cinética coordenada com diversas velocidades inter-segmentares e incluindo também coordenação entre tronco e membros inferiores, tornam à partida difícil uma relação direta entre a avaliação de um grupo muscular isolado com uma atividade funcional complexa. No entanto, alguns investigadores correlacionaram resultados de testes a grupos musculares das extremidades superiores do corpo com testes funcionais específicos de algumas modalidades. As correlações mencionadas foram verificadas essencialmente em ações de lançamento, nomeadamente com jogadores de basebol (Bartlett, Storey, & Simons, 1989; Pedegana, Elsner, Roberts, Lang, & Farewell, 1982).

Na realização de um estudo em que foram avaliados jogadores de baseball profissionais, Pedegana *et al.* (1982) encontraram uma correlação significativa entre testes isocinéticos de extensão do cotovelo, flexão do pulso e extensão, flexão e rotação externa do ombro com a velocidade de arremesso da bola.

Por sua vez, também Bartlett *et al.* (1989), num estudo similar ao anterior, encontraram uma forte correlação entre o *PT* da adução do ombro com a velocidade de arremesso da bola em jogadores de baseball.

Numa outra investigação de Treiber, Lott, Duncan, Slavens, & Davis (1998) efectuada com jovens tenistas, apesar de não terem correlacionado valores de força isocinética com performance, concluíram que um breve programa de treino de força com bandas elásticas e alteres aumenta significativamente não só os valores de força dos rotadores mas também a sua performance funcional ao nível da velocidade de realização do serviço.

Relativamente a estudos efectuados com nadadores que relacionem performance funcional com valores de força isocinética, apenas temos conhecimento de um trabalho antigo de Reilly, Kame, Termin, Tedesco, & Pendergast (1990), no qual os autores tentaram relacionar testes isocinéticos com a velocidade e mecânica de nado. Para o efeito avaliaram a força isocinética de diversas articulações e de diferentes movimentos (entre os quais as rotações internas, externas, flexão e extensão dos ombros) a qual tentaram correlacionar com parâmetros de prestação funcional na natação, nomeadamente, melhores tempos em todas as provas de crol, velocidades de nado, frequência e distância de ciclo. Após dividirem a amostra em dois grupos, com base nos melhores tempos (grupo rápido e lento), os autores concluíram que não parece existir relação entre a força isocinética avaliada e as variáveis de performance. No entanto, um dado interessante foi o facto de os resultados revelarem valores de força isocinética dos RI invariavelmente superiores no grupo rápido quando comparado com o grupo lento.

Com efeito, e tendo por base o que foi exposto anteriormente, a relação entre testes isocinéticos e performance funcional, essencialmente relacionada com os membros superiores, parece-nos ser um tema com bastante interesse, embora na

realidade exista uma clara lacuna no mesmo, nomeadamente no que diz respeito a trabalhos com nadadores.

3.3. Dinamómetros utilizados em avaliações isocinéticas do complexo articular do ombro

Segundo Jiménez e Aguilar, os dinamómetros que encontramos com maior frequência no mercado são o Cybex 6000, Biodex, Kin-Com, Lido; Merac e Technogym, cujas principais características podemos encontrar no quadro 1.

Quadro 1- Listagem dos principais modelos de dinamómetros isocinéticos do mercado e principais características (adaptado de Jiménez & Aguilar, 2000)

Dinamómetro	Modos	Velocidades limites
Cybex 6000	Isocinético – Excêntrico	15 – 120°/s
	Isocinético - Concêntrico	15 – 500°/s
Biodex	Isocinético – Excêntrico	5 – 150°/s
	Isocinético – Concêntrico	30 – 450°/s
	Isotónico	0 – 450°/s
	Isométrico	0
	Passivo	1 – 120°/s
Lido	Isocinético – Excêntrico	1 – 250°/s
	Isocinético – Concêntrico	1 – 400°/s
	Isotónico	1 – 400°/s
	Isométrico	0
Merac	Isocinético – Concêntrico	15 – 500°/s
	Isotónico	1 – 1000°/s
	Isométrico	1 – 400°/s
Kin-Com	Isocinético – Excêntrico	1 – 250°/s
	Isocinético – Concêntrico	1 – 250°/s
	Isotónico	1 – 250°/s
	Isométrico	0
Technogym Rev 9000	Isocinético – Excêntrico	1 – 400°/s
	Isocinético – Concêntrico	1 – 400°/s
	Isotónico	1 – 600°/s
	Isométrico	0

A importância da análise dos instrumentos utilizados em testes isocinéticos prende-se com o facto de nem todos terem as mesmas possibilidades de análise e, principalmente, porque nem todos obtêm resultados idênticos avaliando exatamente a mesma situação (grupos musculares com a mesma posição anatómica e velocidade angular).

Walmsley & Dias (1995) analisaram as diferenças na avaliação isocinética entre três distintos instrumentos. Para tal utilizaram o Cybex II, o Lido e o Kin-Com. Os resultados revelaram diferenças significativas entre as avaliações nos três diferentes aparelhos utilizados. Estes resultados apontam para os cuidados a ter na avaliação e interpretação de dados de avaliações efectuadas em dinamómetros de diferentes marcas.

Através da análise de literatura efectuada, pudemos comprovar que o instrumento mais utilizado nas avaliações isocinéticas foi o Cybex, com distintos modelos (Beach *et al.*, 1992; Beneka *et al.*, 2002; Cingel *et al.*, 2007; Durall *et al.*, 2001; Ellenbecker & Roetert, 2003; Gaspar, Filho, & Cardone, 2004; Gremeaux *et al.*, 2005; Julienne, Gauthier, Moussay, & Davenne, 2007; Malliou, Giannakopoulos, Beneka, Gioftsidou, & Godolias, 2004; Olivier *et al.*, 2008). Foram utilizados também outros instrumentos com alguma regularidade, nomeadamente o Biodex (Campos, Petrone, Navega, Renner, & Mattiello-Rosa, 2005; Moraes, Faria, & Salmela, 2008; Pezarat-Correia, Valamatos, Alves, & Santos, 2006; Swanik, Lephart *et al.*, 2002) e o Kin-Com (McCarrick & Kemp, 2000; Smith, Padgett, Kotajarvi, & Eischen, 2001; Sugimoto & Blanpied, 2006; West *et al.*, 2005).

3.4. Posição anatómica utilizada na avaliação da força isocinética do complexo articular do ombro

É opinião unânime em toda a literatura da especialidade que a posição utilizada na realização de testes isocinéticos influencia de sobremaneira os resultados da mesma. Com efeito, os resultados quantitativos das avaliações de força em aparelhos isocinéticos variam grandemente conforme a posição anatómica em que o teste foi realizado (Ellenbecker & Davies, 2000; Hill *et al.*, 2005; Perrin *et al.*, 1991; Radaelli, Bottaro, Weber, Brown, & Pinto, 2010; Toledo, Krug, Castro, Ribeiro, & Loss, 2008).

Segundo Hill *et al.* (2005) um dos maiores problemas associados às avaliações isocinéticas dos ombros é mesmo o posicionamento do indivíduo a avaliar. Os autores referiram ainda que não existe uma posição *standard* que seja universalmente aceite pela comunidade científica. Com efeito, a obtenção de dados quantitativos e objectivos relativamente ao complexo articular do ombro são reconhecidas como de grande

importância quer pela *European Society for Shoulder and Elbow Surgery (ESSES)* quer pela sociedade da *American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES)*. No entanto, para nenhuma das instituições mencionadas está clara qual a posição anatómica indicada para a obtenção dos dados (Gerber, 1992).

A posição de avaliação dos rotadores da articulação glenoumeral, segundo Perrin (1993), pode ser realizada desde a posição neutra, em que o braço se encontra em adução, até aos 90° de abdução, sendo as posições mais utilizadas os 45° e 90°. Para além das posições mencionadas, poderemos ainda aceder à avaliação utilizando diferentes planos. Os mais comuns são o plano da omoplata com uma abdução que varia entre os 45 e 90° e o plano sagital. Num trabalho realizado com o objetivo de comparar a produção de força dos rotadores do ombro realizada nos dois planos mencionados (sagital e omoplata), Radaelli *et al.* (2010) comprovaram que existiam diferenças significativas nos valores de *PT* e respectivos rácios unilaterais nas distintas posições utilizadas. Desta forma os autores comprovaram que a posição e plano utilizados na avaliação isocinética dos rotadores dos ombros influenciam significativamente os resultados.

Resultados diferentes foram encontrados por Dupuis, Chollet, Leroy, & Blanquart (2005), os quais realizaram um trabalho com o objectivo de comparar a força produzida por atletas de alta competição (nadadores e voleibolistas), com o braço colocado a 90° de abdução também em dois distintos planos. Uma avaliação no plano da omoplata e outra no plano Sagital, ambos na posição de sentado. Os autores não encontraram diferenças significativas entre os dados obtidos nos diferentes planos, o que vêm também de encontro ao trabalho de Hellwig & Perrin (1991), o qual obteve exatamente a mesma conclusão num estudo semelhante, embora com uma amostra de sedentários. Por sua vez Greenfield *et al.* (1990), na realização de um trabalho com o mesmo objectivo dos anteriores apenas encontraram diferenças com significado estatístico entre as avaliações no plano sagital e plano da omoplata nos valores dos RE, não acontecendo o mesmo para os seus antagonistas. A força dos RE era significativamente superior quando avaliada no plano da omoplata.

Para além do posicionamento do braço e antebraço e plano de realização do movimento há ainda que conjugar a posição do corpo do indivíduo avaliado, sendo o

posicionamento mais comum de encontrar na literatura a posição sentado (Julienne *et al.*, 2007; Scoville *et al.*, 1997; Smith *et al.*, 2001; West *et al.*, 2005) e deitado em decúbito dorsal (Cingel *et al.*, 2007; Ellenbecker & Roetert, 2003; Moraes *et al.*, 2008; Olivier *et al.*, 2008). A posição de pé é também utilizada neste tipo de avaliação (Toledo *et al.*, 2008). De salientar que nem todos os instrumentos isocinéticos permitem a realização de todas as posições mencionadas, sendo muitas vezes um factor condicionante aos avaliadores, uma vez que têm que tentar conciliar as posições que consideram mais úteis e próximas dos gestos das modalidades em causa com o que é possível e aconselhado pelos manuais dos instrumentos que utilizam.

A utilização da posição do braço com 90° de abdução é pouco utilizada por alguns clínicos, essencialmente quando efetuam avaliações a pacientes com patologias no complexo articular do ombro ou em altura de recuperação de lesões, com receio de induzir os sintomas associados a algumas lesões na articulação, nomeadamente a síndrome de impacto (Perrin, 1993). Pelo motivo mencionado, a maioria dos clínicos utilizam a referida posição neutra, que não coloca as estruturas articulares em situação de conflito, sendo bem tolerada por pacientes com problemas ao nível do ombro (Ellenbecker & Davies, 2000). No entanto, há que considerar a ideia de Perrin (1993), o qual afirmou que é improvável que consigamos isolar e recrutar a musculatura envolvida nas atividades realizadas acima do nível da cintura escapular utilizando a posição neutra. Este facto é comprovado por um estudo realizado por Dark, Ginn, & Halaki (2007), que concluem que exercícios de RE e RI realizados a 90° de abdução mostraram maior atividade electromiográfica em todos os músculos dos rotadores da articulação, especialmente o infra e supra-espinhoso, quando comparados com exercícios a 45° e 0° de abdução.

Quando o objectivo principal é obter valores referentes a força produzida pelos grupos musculares dos rotadores da articulação glenoumeral em grupos de indivíduos sem problemas de lesões nos ombros e essencialmente em desportistas saudáveis, é usual utilizar-se a posição mencionada (90° de abdução), quer sentado quer em decúbito dorsal (Cingel *et al.*, 2007; Ellenbecker & Roetert, 2003; Julienne *et al.*, 2007; Moraes *et al.*, 2008; Scoville *et al.*, 1997; West *et al.*, 2005).

Ellenbecker & Davies (2000) defenderam que a utilização do posicionamento do braço com 90° de abdução tem algumas vantagens, uma vez que se consegue uma maior estabilização da articulação e do corpo, quer na posição sentado quer em decúbito dorsal. Paralelamente consegue-se uma maior validade ecológica da avaliação, já que o posicionamento da articulação para aceder à maior quantidade de força produzida está mais próximo dos gestos realizados em atividades que utilizam movimentos acima do nível da cintura escapular. Scoville *et al.* (1997) partilharam igual opinião, uma vez que defenderam a avaliação da força dos rotadores dos ombros em desportistas saudáveis (sem lesões) recorrendo à posição de sentado com 90° de abdução do braço e de flexão do antebraço. Os autores afirmaram que a posição mencionada é recomendada porque o sujeito é facilmente estabilizado, aproximando-se da posição realizada durante a execução do gesto técnico da modalidade em causa, no caso do estudo referido, o ato do lançamento em jogadores de basebol.

Relativamente às diferenças ou possíveis diferenças entre a avaliação na posição sentada e em decúbito dorsal, Hill *et al.* (2005) efetuaram um estudo em que avaliaram a força dos rotadores do ombro em duas posições distintas. Na posição sentado, com 45° de abdução no plano da omoplata e em decúbito dorsal com 90° de abdução no plano sagital. Os resultados foram inconclusivos quanto à fiabilidade da avaliação numa das posições testadas relativamente à outra. No entanto, os autores tiveram o cuidado de reforçar que quando se utiliza a posição de sentado o tórax está parcialmente estabilizado pela massa da parte superior do corpo, o que, associado aos cintos estabilizadores utilizados nos instrumentos de avaliação, poderá concorrer para uma redução ou anulação da contribuição de outros grupos musculares para os movimentos de rotação pretendidos.

Na tentativa de confrontar resultados de avaliações isocinéticas realizadas em distintas posições, Toledo *et al.* (2008) compararam a força dos RE do ombro na posição de pé (avaliando no plano da omoplata com 30° de abdução) e em decúbito dorsal (plano sagital, com 90° de abdução). Os autores concluíram que a execução da rotação externa no plano sagital apresenta *PT* significativamente superiores. Os autores justificaram este facto com uma, possível, pré tensão dos músculos infra-espinhoso e pequeno redondo na posição deitada com 90° de abdução.

Através da breve análise da literatura efectuada sobre este tema, poderemos facilmente concluir que o acesso aos dados dos rotadores do ombro recolhidos através de aparelhos isocinéticos estão claramente dependentes da posição adoptada e do plano de realização do movimento escolhido. Pudemos também constatar que não existe unanimidade relativamente às posições e planos de avaliação mais adequados, existindo mesmo alguns resultados de investigações algo contraditórios. No entanto, existe unanimidade quanto ao facto de que, quando pretendemos avaliar a força dos rotadores da articulação glenoumeral em desportistas sem lesões, deveremos utilizar uma posição que se aproxime ao máximo dos gestos técnicos das modalidades em causa.

No caso da NPD, se tivermos em consideração a descrição biomecânica das distintas técnicas de nado, provavelmente a posição ideal para avaliar os rotadores dos ombros seria em decúbito ventral, perto dos 90° de abdução do braço e flexão do antebraço. No entanto, a utilização da posição mencionada não está prevista em alguns dos instrumentos, nomeadamente no que temos à nossa disposição (Biodex System 3 - Biodex Corp., Shirley, USA). Apenas temos conhecimento de um autor que utilizou a posição em decúbito ventral com 90° de abdução do braço a avaliar rotadores do ombro com nadadores (Ramsi *et al.*, 2004), no entanto utilizou apenas um dinamómetro manual, avaliando força isométrica.

Desta forma, tendo em consideração: i) que a utilização da posição de sentado é fiável e segura, estabilizando toda a zona superior do corpo (Ellenbecker & Davies, 2000; Scoville *et al.*, 1997); ii) que 90° de abdução permite uma maior atividade electromiográfica em todos os músculos dos rotadores da articulação (Dark *et al.*, 2007); iii) que temos que atender à validade ecológica do teste, procurando avaliar a maior quantidade de força produzida posicionando a articulação da forma mais próxima aos gestos realizados na natação; iv) que temos que respeitar as especificações do instrumento de avaliação utilizado, as suas possibilidades e recomendações, nomeadamente do manual de utilização do mesmo (Wilk, 1991); pensamos que a avaliação dos testes isocinéticos com nadadores, colocando-os sentados, posicionados com o braço a 90° de abdução no plano sagital, com 90° de flexão do cotovelo, pode ser uma boa opção, sendo uma posição idêntica à utilizada

também por alguns outros investigadores (Julienne *et al.*, 2007; Scoville *et al.*, 1997; Tyler *et al.*, 2005).

3.5. Velocidade angular e número de repetições utilizadas na avaliação isocinética do complexo articular do ombro

Uma avaliação isocinética pode ser realizada não só em diferentes posições anatómicas, como vimos no ponto anterior, mas também utilizando diferentes velocidades angulares. Segundo Terreri *et al.* (2001), estas velocidades variam normalmente entre os 30°/s e os 300°/s, sendo consideradas lentas se inferiores a 180°/s ou rápidas se superiores ao mesmo valor.

Usualmente para o estudo do *PT* e do trabalho utilizam-se velocidades angulares lentas, uma vez que existe uma relação inversamente proporcional entre a velocidade angular e o momento de força ou torque (Fuente & Secunda, 2003; Mayer *et al.*, 2001). Por outro lado, de forma a aceder a dados de potência e índice de fadiga são utilizadas velocidades intermédias e/ou rápidas (Hill *et al.*, 2005). Em desportistas de modalidades que utilizam gestos balísticos, com velocidades angulares muito elevadas, com vista a reproduzir esses gestos, são usualmente utilizadas velocidades angulares muito elevadas (Noffal, 2003). No entanto, será conveniente atender a que alguns autores afirmam que avaliações isocinéticas a velocidades acima dos 180°/s não podem ser consideradas fiáveis (Mayer *et al.*, 2001), uma vez que existem dois problemas metodológicos: i) os indivíduos demoram algum tempo a acelerar o membro em causa até à velocidade pretendida; ii) em contrações concêntricas a elevadas velocidades ocorrem “torque artificiais” (“torque overshoots”), os quais acontecem essencialmente nos instantes de inversão do sentido do exercício e não devem ser considerados no cálculo dos *PT*.

Por outro lado, contrariando um pouco as afirmações de Mayer *et al.* (2001), outros autores afirmaram, com base numa investigação realizada, que as avaliações de contrações concêntricas foram válidas até aos 300°/s, sendo progressivamente pouco fiáveis a partir deste valor (Drouin, Valovich-mcLeod, Shultz, Gansneder, & Perrin, 2004).

As velocidades angulares encontradas com maior frequência em estudos com avaliações aos músculos rotadores da articulação glenoumeral são de 60°/s e 180°/s (Campos *et al.*, 2005; Cingel *et al.*, 2007; Gaspar *et al.*, 2004; Gremeaux *et al.*, 2005; Julienne *et al.*, 2007; Moraes *et al.*, 2008; Olivier *et al.*, 2008). Para além destas, embora com uma menor frequência, encontramos também velocidades angulares de 90°/s (Dupuis *et al.*, 2005; Smith *et al.*, 2001; West *et al.*, 2005) e os 300°/s (Cingel *et al.*, 2007; Ellenbecker & Roetert, 2003; Julienne *et al.*, 2007).

Na grande maioria dos estudos consultados são utilizados testes com duas ou mais velocidades angulares, o que vem de alguma forma ao encontro da posição de Perrin (1993) que afirma que a maioria dos autores julgam ser importante a avaliação dos exercícios num amplo espectro de velocidade, avaliando desde velocidades baixas a muito elevadas. No entanto o autor refere ainda que, em alguns casos poderão ser utilizadas apenas baixas velocidades na avaliação, pelo facto do exercício isocinético ser uma forma de máxima resistência durante toda a amplitude do movimento, ambos os tipos de fibras musculares, rápidas e lentas, poderão ser recrutadas exclusivamente a baixas velocidades.

Relativamente ao número de repetições efectuadas em testes isocinéticos para avaliação dos músculos rotadores da articulação glenoumeral, de acordo com Terreri *et al.* (2001), utilizam-se entre 3 e 5 repetições para velocidades angulares lentas e entre 20 e 30 para velocidades intermédias e rápidas.

3.6. Resenha de estudos efetuados sobre avaliação de força isocinética dos músculos rotadores do complexo articular do ombro

Na análise de literatura efectuada pudemos comprovar que os trabalhos sobre avaliações de força isocinética dos músculos rotadores do braço são em elevado número (quadro 2), no entanto grande percentagem dos mesmos dizem respeito exclusivamente à área da medicina e reabilitação, com objetivos exclusivamente clínicos, utilizando como amostra indivíduos em recuperações pós-cirúrgicas de lesões desportivas ou outras.

Quadro 2 - Resumo / Listagem de estudos realizados com avaliação isocinética aos rotadores do complexo articular do ombro

Estudo	Modalidade	Idade	N	Posição	Instrumento	Velocidade	Rácio MD (%)	Rácio MND (%)
Smith <i>et al.</i> (2001)	Sedentários	20 - 41	10	sentado - 45° abd	KIN-COM(I12,AP)	3 x 90	63,6 (só masc)	
Chandler <i>et al.</i> (1992)	Tênis	Alunos Univ	24	Dec. Dorsal (90°)	CYBEX 340	60	60,5	70,3
Codine <i>et al.</i> (1997)	Tênis	25,7	15	Sentado - 45° Abd.		60	65,57	72,99
						180	69,53	72,99
						300	66,23	74,63
Julienne <i>et al.</i> (2007)	Tênis		8 + 8	Sentado - 90° abd	Cybex Norm	3 x 60	50	58
Cingel (2006)	Voleibol	18-33	35	90° abd dec. Dorsal	CYBEX 6000	60	68,1	77,1
						180	69,3	79,4
						300	70,7	79,7
Cingel <i>et al.</i> (2007)	Badminton	19 - 35	9 + 7	Dec. Dorsal - 90° abd	Cybex 6000	60	72,2(só masc)	68,4
						120	71,6(só masc)	68,4
Gaspar <i>et al.</i> (2004)	Polo Aquático	20 - 33	12	90° abd - dec. Dorsal	Cybex 6000	3x60	61,4	62,4
						3x180	61,1	64,4
Campos <i>et al.</i> (2004)	Polo aquático	20	12	60° abd e 90° flex	Biodex S2	5x60	63	67
						5x150	60	64
Gremeaux <i>et al.</i> (2005) *	Nadadores + voleibol e tênis	21	19	sentado - 45°	Cybex Norm®	60	45,36	39,57
						180	39,12	38,04
Gozlan <i>et al.</i> (2006) *	Nadadores + voleibol e tênis	21	19	sentado - 45°	Cybex Norm®	60	45,36	39,57
						180	39,12	38,04
Rupp <i>et al.</i> (1995)	Nadadores Alto Nível	14 - 26	10M e 12F	Dec. Dorsal - 90° abd	KIN-COM	10x60	76,2	68,3
						10x180	76,2	80,1
West <i>et al.</i> (2005)	Nadadores - Masters	25 - 58	13	sentado - 80° abd	Kin-Com™ 500H	90	85	82
Beach <i>et al.</i> 1992	nadadores	15-21	28	90° abd dec. Ventral	Cybex 2	3x60	71	70
						50x240		
Olivier <i>et al.</i> (2008)	Nadadores Alto Nível	27	20 + 20	Dec. Dorsal - 90° abd	Cybex Norm System	10 x 60	53,27	54,36
						10 x 180	71,04	70,20
Ramsi <i>et al.</i> (2004)	Nadadores	14 - 18	13M e 14F	Dec. Ventral - 90°	Dinamômetro manual	Isométrico	--	--

*Resultados apenas dos nadadores

Quando procuramos estudos na área utilizando especificamente desportistas, também pudemos verificar a existência de um elevado número de trabalhos essencialmente de praticantes de modalidades que fazem apelo a uma sobre solicitação unilateral dos ombros, como são os casos dos tenistas, basebolistas, jogadores de badminton, etc.

No caso específico da natação, apesar de termos verificado a existência de alguns trabalhos, achamos que existe uma clara lacuna a este nível. Em primeiro lugar porque os estudos nesta área específica são em reduzido número, e também porque mesmo os existentes, na sua grande maioria, apenas analisa e avalia o assunto de forma transversal, o que nos parece manifestamente insuficiente, já que se parte do pressuposto que o treino continuado da NPD no meio aquático sem os cuidados necessários, será um dos motivos que potenciará os desequilíbrios musculares.

De qualquer forma, importará neste ponto efetuar um levantamento de alguns trabalhos realizados com avaliações isocinéticas aos rotadores dos ombros, de forma a conseguirmos ter uma ideia de alguns valores e resultados obtidos pelos mesmos, bem como as principais conclusões. Não nos poderemos esquecer no entanto, que a comparação direta de resultados tem que ser efectuada com muita cautela, uma vez que a posição anatómica utilizada na avaliação, a amostra, o instrumento utilizado, a velocidade angular e até o número de repetições, influenciam de sobremaneira os resultados.

Uma primeira ideia que parece ser consensual nos autores da especialidade é que a capacidade de produção de força dos RI é superior à dos RE, seus antagonistas, traduzindo-se por valores de *PT* e trabalho total superiores (Leroux *et al.*, 1994; Warner *et al.*, 1990; West *et al.*, 2005). Com efeito, será quase óbvio constatar este facto, se atendermos a que os grupos musculares que realizam a RI da articulação glenoumeral não só são em maior número como também são anatomicamente maiores e naturalmente mais fortes (Dark *et al.*, 2007).

O facto apresentado no parágrafo anterior justifica de alguma forma o recurso aos já mencionados rácios RE/RI e a tentativa de recorrer a valores normativos dos

mesmos, com vista a caracterizar a proporcionalidade da relação entre grupos musculares, neste caso específico entre RE e RI dos ombros (Ellenbecker & Roetert, 2003; Mayer *et al.*, 2001).

Leroux *et al.* (1994) referiram que a força dos RI é significativamente superior à dos RE, não tendo no entanto encontrado diferenças entre MD e MND. Por sua vez Warner *et al.* (1990) mencionam que para além da força dos RI ser superior quando comparada com a dos RE, ela também é significativamente superior no ombro dominante relativamente ao não dominante. Para além disto, os autores não encontraram diferenças entre o rácio RE/RI de MD e MND.

Smith *et al.* (2001), utilizando uma amostra constituída por adultos sedentários de ambos os sexos, avaliaram a rotação externa e rotação interna do braço dominante na posição de sentado com 45° de abdução do braço a 90°/s. Os autores obtiveram valores para os homens de 47.5±7.3Nm para os RI e de 30.2±5.2Nm para os RE, sendo os valores dos rácios RE/RI de 63.6%.

Alguns dos trabalhos consultados utilizam como amostra jogadores de ténis, essencialmente com objectivos de verificar quer a produção de força através dos *PT* quer o equilíbrio muscular, caracterizando a proporcionalidade entre RE e RI através dos rácios e efetuando comparações entre MD e MND. Chandler, Kibler, Stracener, Ziegler, & Pace (1992) avaliaram 24 tenistas, tendo utilizado a posição de decúbito dorsal e a velocidade angular de 60°/s e 300°/s. Concluíram que os valores de *PT* do MD eram significativamente superiores aos do MND, encontrando a 60°/s valores de rácios RE/RI de 60.5% e 70.3% para MD e MND respectivamente.

Por sua vez, Codine, Bernard, Pocholle, Benaim, & Brun (1997) obtiveram valores de rácios RE/RI ligeiramente superiores. Para avaliações do MD a 60°/s os autores encontraram valores de 67.57%, por sua vez para o MND os valores foram de 72.99%. De salientar que a avaliação foi efectuada a 15 tenistas na posição de sentado com o braço a 45° de abdução.

Julienne *et al.* (2007) avaliaram 8 tenistas, tendo registado valores de rácios RE/RI consideravelmente inferiores relativamente aos estudos anteriores. Com efeito os autores avaliaram na posição de sentado com 90° de abdução do braço a 60, 180 e

300°/s. Os resultados a 60°/s foram de 50.67% e 58.65% respectivamente para MD e MND.

O que se pode constatar é que, nos estudos analisados com tenistas, os rácios RE/RI são invariavelmente superiores nos MND quando comparados com o MD, o que sugere maiores problemas ao nível de possíveis desequilíbrios no MD, sendo provavelmente o resultado da especificidade dos gestos da modalidade aliada ao facto de se tratar de um esforço unilateral.

Os factos anteriores são reforçados por um estudo com voleibolistas de alto nível, realizado por Cingel *et al.* (2006), o qual procurou determinar bilateralmente a força concêntrica dos RI e RE dos ombros, acedendo a possíveis diferenças entre MD e MND através dos rácios RE/RI. Os autores avaliaram 35 voleibolistas na posição de decúbito dorsal com o braço a 90° de abdução, a 60, 180 e 300°/s. Em todas as velocidades angulares avaliadas foram encontradas diferenças significativas nos rácios RE/RI, sendo superiores no MND (60°/s = 77.1%; 180°/s = 79.4%; 300°/s = 79.7%) comparativamente ao MD (60°/s = 68.1%; 180°/s = 69.3%; 300°/s = 70.7%). Para além disto, também se verificaram diferenças significativas entre MD e MND nos valores de força relativos aos RI, sendo significativamente superiores no MD.

Alguns resultados um pouco diferentes verificaram-se num estudo de Cingel *et al.* (2007) com jogadores de badminton. Os autores tinham por objectivo determinar valores bilaterais concêntricos e excêntricos dos rotadores dos ombros e respectivos rácios (convencional e dinâmico) em 16 jogadores seniores de badminton (9 masculinos e 6 femininos). Para tal avaliaram a força em decúbito dorsal com o braço a 90° de abdução, às velocidades de 60 e 120°/s. Os resultados dos elementos do sexo masculino apontaram para diferenças significativas entre *PT* do MD e MND, quer nos valores de RI quer de RE, sendo superiores no MD. Por outro lado, a 60°/s os rácios convencionais RE/RI foram superiores no MD (72.2±11.6%) quando comparados com o MND (68.6±11.2%). Tratando-se também de uma modalidade em que existe um esforço unilateral semelhante ao do ténis, os resultados são um pouco contraditórios em comparação com os anteriores, pois o MD, apresentando rácios RE/RI superiores, aparenta um maior equilíbrio muscular.

Também o pólo aquático e os seus jogadores têm sido alvo de alguns trabalhos no que respeita à avaliação isocinética dos rotadores da articulação glenoumeral, essencialmente pelo facto de, apesar de no ato de nadar haver um esforço bilateral ao nível dos MS, aquando do remate o esforço é balístico, muito intenso e unilateral, favorecendo não só desequilíbrios entre RI e RE unilateralmente como também em termos bilaterais. Desta forma Gaspar *et al.* (2004), tendo avaliado 12 jogadores de pólo aquático da seleção brasileira, concluíram que apesar dos valores dos rácios RE/RI serem inferiores no MD (30°/s = 61.4%; 180°/s = 61.1%) relativamente ao MND (30°/s = 62.4%; 180°/s = 64.4%), não existiam diferenças estatisticamente significativas entre ambos, quer nos rácios relativos à rotação quer aos da abdução/adução. Os autores atribuem esta ausência de diferenças entre MD e MND ao treino de natação associado à modalidade, o qual acaba por servir de esforço compensatório.

Resultados semelhantes obtiveram Campos *et al.* (2005), que avaliaram 12 jogadores seniores de pólo aquático. Os autores também obtiveram valores de rácios inferiores nos MD (60°/s = 63%; 150°/s = 60%) quando comparados com os MND (60°/s = 67%; 150°/s = 64%), embora não existissem diferenças estatisticamente significativas entre ambos.

Relativamente a estudos com amostras de nadadores, tal como referimos anteriormente, são em reduzido número, principalmente se atendermos a amostras com jovens e abordagens longitudinais.

Rupp, Berninger, & Hopf (1995), efetuaram um estudo transversal em que o principal objetivo foi determinar a prevalência de queixas e lesões nos ombros relacionando este facto com os possíveis desequilíbrios musculares em nadadores de alto nível. Embora seja um trabalho com um objectivo clínico, o facto de efetuarem uma caracterização do perfil de força isocinética dos nadadores e comparação com um grupo de controlo, leva-nos a considerar importante a sua inclusão neste trabalho. Com efeito os autores avaliaram a força isocinética dos rotadores do ombro na posição de decúbito dorsal, com 90° de abdução do braço e flexão do cotovelo, a velocidades de 60°/s e 180°/s. Os valores dos rácios RE/RI nos nadadores (MD: 60°/s = 76.2±12.6%; 180°/s = 76.2±13.2%; MND: 60°/s = 68.3 ±12.8%; 180°/s = 80.1±16.4%) foram

considerados baixos e estatisticamente diferentes (inferiores) aos do grupo de controlo (MD: 60°/s = 94.1±15.7%; 180°/s = 85.5±17.1%; MND: 60°/s = 82.6 ±17.1%; 180°/s = 96.6±13.9%). Os dados revelaram uma tendência para rácios RE/RI superiores no MD, embora sem diferenças significativas. Os autores apontaram como principal causa das diferenças nos rácios entre nadadores e sedentários (controlo) os valores de força dos RI, os quais foram significativamente mais altos nos nadadores. Como tal, relativamente aos valores de força isocinética dos rotadores dos ombros, o que distinguiu os grupos foram essencialmente os valores dos RI.

Continuamos a análise de estudos que contemplam nadadores com dois trabalhos com objectivos e amostra idênticos. Gremeaux *et al.* (2005) e Gozlan *et al.* (2006) tentaram efetuar comparações entre MD e MND em atletas de alto nível em três distintas modalidades, uma com um esforço relativo aos membros superiores predominantemente assimétrico – ténis -; outra com esforço simétrico – NPD – e uma última com ambos os tipos de esforço – Voleibol. Após a avaliação dos rotadores dos ombros efectuada a 60 e 180°/s na posição de sentado com o braço a 45° de abdução no plano da omoplata, os autores concluíram que nos nadadores masculinos, não acontecendo o mesmo nas nadadoras, existiram diferenças significativas nos rácios RE/RI entre o MD e MND na velocidade angular mais baixa (60°/s), sendo os valores encontrados dos rácios dos nadadores masculinos de: MD (60°/s = 45.36±10.29%; 180°/s = 39.12±7.82%); MND (60°/s = 39.77±8.06%; 180°/s = 38.04±8.04%). Segundo os autores, estes valores de assimetrias bilaterais ainda não tinham sido encontradas na literatura, sendo referido como uma surpresa, uma vez que se trata de uma modalidade com um esforço bilateral ao nível dos movimentos dos MS. Note-se também que se trata de valores de rácios RE/RI bastante baixos, tendo em consideração os valores normativos apontados por alguns autores, entre 66% e 75% (Cingel *et al.*, 2007; Ellenbecker & Davies, 2000; Ellenbecker & Roetert, 2003).

Num trabalho realizados com nadadores masters (6 nadadores e 7 nadadoras), West *et al.* (2005) tentaram verificar os níveis de força dos músculos rotadores da articulação glenoumeral e também o equilíbrio muscular da mesma articulação através dos rácios. Os resultados obtidos dos rácios RE/RI foram de 85±14% e 82±19% para MD e MND respectivamente, sendo valores que apontam para um equilíbrio muscular considerável, justificando os autores estes valores com o facto da média do volume de

treino dos elementos da amostra (2.1 Km por sessão; 4 sessões semanais) ser consideravelmente mais baixa quando comparado com volumes de nadadores de competição de idades mais baixas. De salientar que as avaliações isocinéticas foram executadas a 90°/s na posição de sentado com o braço colocado a 80° de abdução no plano escapular.

Valores de rácios RE/RI inferiores obtiveram Beach *et al.* (1992) num trabalho realizado com 28 nadadores de competição de uma equipa universitária norte americana. Foi o único estudo de que temos conhecimento que avaliou os sujeitos num dinamómetro isocinético (Cybex 2) na posição de decúbito ventral com o braço a 90° de abdução e o cotovelo flectido também a 90°. As velocidades angulares utilizadas foram de 60 e 240°/s, sendo o principal objectivo correlacionar dados relativos aos *PT*, rácios RE/RI, Índice de resistência e flexibilidade com dores nos ombros. Os rácios RE/RI obtidos foram de 70±9% e 71±10% para MD e MND, sendo consideravelmente inferiores aos encontrados no estudo de West *et al.* (2005), embora sejam valores dificilmente comparáveis entre si, uma vez que a velocidade angular de avaliação e a posição utilizadas foram diferentes. As principais conclusões obtidas apontaram para uma correlação negativa ($r = -0,69$ para $p \leq 0,001$) entre os Índices de resistência dos RE e dos Abdutores (50 repetições a 240°/s) com as dores na articulação glenoumeral em nadadores de competição. Por outro lado não se verificaram correlações com significado estatístico entre os níveis de flexibilidades do ombro, os rácios RE/RI e as dores na articulação.

Num estudo realizado com 20 nadadores de alto nível e um grupo de controlo de 20 sedentários, Olivier *et al.* (2008) propuseram-se a avaliar o complexo articular do ombro, partindo do pressuposto que a prática da NPD de alto nível promove alterações no complexo articular mencionado, nomeadamente favorecendo o aparecimento de desequilíbrios ao nível dos RI e RE. Para o efeito utilizaram o dinamómetro isocinético (Cybex Norm System) avaliando as RI e RE em decúbito dorsal com 90° de abdução do braço e de flexão do cotovelo a 60 e 180°/s. Com base nos resultados da avaliação isocinética 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. Para além deste facto, os autores referem ainda que mesmo tratando-se de

uma modalidade simétrica, os resultados apontam para que a prática intensiva da NPD promova desequilíbrios bilaterais ao nível dos RI, uma vez que a 60%/s se verificaram diferenças significativas entre os momentos de força máximos da rotação interna do MD (61.2 ± 10.2 Nm) e MND (52.8 ± 9.8 Nm). Um aspecto importante a reter da amostra do estudo de Olivier *et al.* (2008) é que todos os nadadores tinham como estilo preferencial o crol.

A última referência a um trabalho efectuado com uma amostra de nadadores vai para o estudo de Ramsi *et al.* (2004), o qual, apesar de não ter utilizado avaliações isocinéticas, nos parece de especial relevância por ser o único que procurou investigar a associação entre os efeitos de um período de treino de NPD na força dos músculos rotadores dos ombros em jovens nadadores. Para tal os autores realizaram 3 distintos momentos de avaliação: pré-época; metade da época; final da época. Utilizaram um dinamómetro manual, avaliando exclusivamente força isométrica em decúbito ventral com 90° de abdução do braço e também de flexão do cotovelo.

Os resultados revelaram que os níveis de força dos RI quer dos RE aumentaram de forma progressiva ao longo dos 3 momentos de avaliação, com exceção dos valores da RE nos rapazes entre a segunda e última avaliações que foram praticamente idênticos, 36.57 ± 4.95 Nm e 36.00 ± 6.20 Nm respectivamente. No entanto os ganhos de força dos RI foram significativamente superiores quando comparados com os dos RE, confirmando o pressuposto de que um treino exclusivo de NPD na água aumenta a força dos RI de forma desproporcionada relativamente aos RE. Estas diferenças traduziram-se em resultados com significância estatística para os valores de rácios RI/RE entre a pré-época e o final de época (primeira e última avaliações). Os autores não encontraram diferenças significativas entre valores de força de RI e RE e de rácios RI/RE entre MD e MND, sendo estes resultados contrários aos encontrados em estudos apresentados anteriormente, nos quais foram apresentadas diferenças bilaterais (Gozlan *et al.*, 2006; Gremeaux *et al.*, 2005; Olivier *et al.*, 2008).

Tendo em consideração os estudos apresentados com nadadores pudemos constatar que existe alguma heterogeneidade quando analisamos a posição anatómica utilizada nas avaliações e até as características das amostras utilizadas, o que dificulta

de alguma forma a comparação de resultados entre os diferentes estudos. O mesmo não acontece em relação à velocidade angular utilizada, predominando os 60 e 180°/s.

Relativamente aos resultados será de salientar as contradições encontradas em relação às comparações bilaterais, havendo estudos que comprovaram diferenças e outros não. Será com toda a certeza um tema o que nos parece carecer de alguns dados adicionais.

4. Treino de força compensatório dos músculos rotadores do ombro em Natação Pura Desportiva

Na NPD, a realização mecânica das técnicas de nado é efectuada de forma que músculos dos RI dos ombros e adutores do braço se tornam mais fortes que os seus antagonistas, sofrendo inclusivamente um processo de hipertrofia muscular (Weldon & Richardson, 2001). Em três das quatro técnicas de nado (crol, costas e mariposa) a força propulsiva necessária à deslocação na água, criada pelos membros superiores, é efectuada em primeira instância devido à adução do braço e rotação interna dos ombros (Kluemper & Hazelrigg, 2006).

O facto do grupo muscular responsável pela rotação externa dos ombros não ser solicitado de forma equivalente ao dos RI leva a que haja um desequilíbrio muscular agonista-antagonista, o qual, segundo alguns autores, será um dos motivos que levam a uma possível lesão na articulação mencionada (Bak & Magnusson, 1997; Blanch, 2004; Kammer *et al.*, 1999; Kluemper & Hazelrigg, 2006; Ramsi *et al.*, 2004). Johnson (2003b) reforçou até que devido à importância dos estabilizadores dinâmicos do complexo articular do ombro, a força absoluta não deverá ser tão importante quanto o equilíbrio entre os músculos RI e RE.

Desta forma, será fácil reconhecer a importância e premência de um trabalho de reforço muscular de carácter preventivo, que deverá ser levado a cabo por todos os nadadores de competição desde o início da carreira.

Paralelamente à ideia unânime da importância do trabalho de prevenção ao nível dos ombros nos praticantes de NPD, e até de todas as modalidades em que a articulação tenha um papel de relevo, há que compreender que o complexo articular do ombro é uma unidade anatómica funcional de grande complexidade. Tal como mencionámos anteriormente, tem um suporte ósseo bastante reduzido, tendo conseqüentemente pouca estabilidade e grande mobilidade, efetuando flexão, extensão, abdução e adução, rotações média e lateral (Busso, 2004). Desta forma, e como a mobilidade está diretamente relacionada à instabilidade da articulação, há necessidade de recorrer a mecanismos fixadores e estabilizadores que auxiliam na ordem funcional da estrutura. Os mecanismos mencionados são essencialmente compostos por tendões, ligamentos, cápsula articular e estrutura muscular da coifa dos rotadores (Johnson et al., 2003). Secundariamente, os músculos deltoides, trapézios, grande dentado, romboides, grande dorsal e elevador da omoplata contribuem também para a estabilidade dinâmica (estabilidade durante a realização de movimentos) desta articulação, rodando e comprimindo a cabeça do úmero contra a cavidade glenoidea (O'Donnell et al., 2005).

Pelo que foi exposto no parágrafo anterior, poderemos concluir que num programa de prevenção para nadadores para o complexo articular do ombro, deveremos preocupar-nos não exclusivamente com o reforço e compensação dos RE, mas também com todos os grupos musculares fixadores e estabilizadores dinâmicos da articulação.

Para além do aspecto relativo ao reforço muscular mencionado anteriormente, alguns dos autores alertam ainda para a importância de outras componentes num programa de treino preventivo para o complexo articular do ombro em nadadores. Nomeadamente, o treino de flexibilidade, trabalho proprioceptivo, treino de força dos músculos do “core” e melhoria da técnica de nado como elementos fundamentais a considerar num programa de prevenção (Blanch, 2004; Busso, 2004; Johnson *et al.*, 2003; O'Donnell *et al.*, 2005; Yanai & Hay, 2000).

Relativamente ao reforço muscular, que será alvo de especial atenção na elaboração do presente estudo, alguns autores defendem a utilização do treino de força funcional, o qual é definido como sendo um treino que utiliza gestos específicos da

modalidade em causa com resistências acrescidas (Swanik *et al.*, 2002). Segundo o autor este tipo de treino faz mais do que desenvolver a força muscular, permite a melhoria dos aspectos neuromusculares inerentes à capacidade de produção de força, tais como a coordenação intra e inter musculares. Para Blanch (2004) a utilização de exercícios de força funcional com técnica correta e aumentando a intensidade do esforço através do aumento da carga e das exigências proprioceptivas, permitirá o aumento não só da força muscular como também da capacidade de estabilização de todo o complexo articular.

Por sua vez Swanik *et al.* (2002) referiram ainda que o treino de força funcional na NPD faz parte da maioria dos protocolos de prevenção utilizados, incorporando força, resistência, agilidade e controlo neuromuscular e proprioceptivo. Incorporados num programa de treino poderão melhorar a força e o controlo neuromuscular, diminuindo a incidência das lesões nos ombros, que são comuns em nadadores de competição.

4.1. Resenha de estudos sobre treino de força compensatório para os músculos rotadores internos e externos do ombro

Através da análise de literatura efectuada pudemos encontrar alguns estudos realizados com o objectivo de verificar efeitos de diferentes tipos de treino de força ou reforço muscular nos músculos rotadores dos ombros. Importará analisar não apenas quais os métodos de treino aplicados, bem como os diferentes meios e materiais utilizados e o período temporal disponível para tal, comentando os principais resultados. Um importante aspecto a sublinhar é que na grande maioria dos estudos consultados, independentemente dos meios e métodos de treino utilizados, existiram ganhos de força nos músculos rotadores dos ombros, embora interesse analisar também o equilíbrio muscular a este nível, através dos rácios RE/RI.

Será de referir desde já uma lacuna na literatura relativamente a estudos efectuados com amostras de nadadores, nomeadamente de jovens praticantes.

Com o objetivo de verificar se um programa de 4 semanas de treino de força aumentaria os níveis de força dos rotadores do ombro e a velocidade de serviço em jovens tenistas, Treiber *et al.* (1998) realizaram treino combinado com bandas elásticas Thera-Band® e alteres. Tratando-se de um gesto específico em que a velocidade angular é bastante elevada, as avaliações da força isocinética dos rotadores foram efectuadas a 120°/s e 300°/s (3 e 15 repetições respetivamente). Os autores concluíram que apenas 4 semanas de treino com bandas elásticas e alteres foi suficiente para elevar significativamente os valores absolutos de força (*PT*) dos rotadores do ombro, bem como aumentar a performance funcional ao nível da velocidade do serviço.

O trabalho de McCarrick & Kemp (2000) foi um dos únicos a avaliar efeitos do treino e destreino na aplicação de um programa de reforço na musculatura da coifa dos rotadores. Com o intuito de analisar a frequência de treino necessária para que os ganhos de força adquiridos se mantenham nos músculos rotadores dos ombros, os autores utilizaram 12 semanas de treino concêntrico e excêntrico com pesos livres. Foram utilizados apenas três exercícios (abdução horizontal do braço com rotação externa, rotação interna e externa do ombro) com uma frequência de três vezes semanais, havendo progressão na carga. Após as 12 semanas o grupo foi separado em três, havendo redução da frequência do treino em duas, uma ou zero sessões semanais. As principais conclusões foram que um treino de força com uma frequência de três vezes semanais contribui para um acréscimo significativo dos *PT* dos RI e RE dos ombros e que a força excêntrica é mais susceptível ao destreino. No entanto convém sublinhar que a amostra analisada contemplou apenas indivíduos não treinados.

Por sua vez Durall *et al.* (2001) utilizaram apenas treino concêntrico isocinético nos rotadores dos ombros durante cinco semanas, com um grupo de estudantes universitários, mas na tentativa de verificar a influência do treino referido na elevação do braço no plano da omoplata. Os elementos da amostra foram divididos em grupo de treino e grupo de controlo, tendo o primeiro efectuado três vezes por semana, durante as cinco semanas, treino isocinético concêntrico dos RI e RE dos ombros às velocidades de 60, 180 e 300°/s. Os autores concluíram que o treino efectuado com a frequência descrita, não aumentou significativamente o *PT* da elevação do braço no plano da omoplata, não se confirmando a hipótese inicial de que

os músculos infra-espinhoso e sub-escapular superior contribuem diretamente para a elevação do braço.

Utilizando também um grupo de estudantes universitários de Educação Física, Beneka *et al.* (2002) efetuaram um estudo comparativo com diferentes tipos de treino de força para os músculos da coifa dos rotadores. O grande objectivo seria determinar qual o tipo de treino (isocinético ou *multi-joint dynamic resistance training program*) mais efetivo no aumento do torque dos RI e RE dos ombros. Os participantes foram avaliados antes e após 6 semanas de treinos em que, para além de um grupo de controlo que não efetuou treino de força, um grupo realizou exclusivamente treino isocinético dos rotadores a diversas velocidades e o restante treino com pesos livres e peso do corpo (elevações na barra, supino, flexões de braços e elevações invertidas). As conclusões foram no sentido de que nos dois grupos existiram melhorias significativas na capacidade de produção de força de ambos os grupos musculares de rotadores dos ombros e quer no ombro dominante quer no não dominante. No entanto, os autores sublinharam que os ganhos com o treino isocinético foram ligeiramente superiores, concluindo que ambos os tipos de treino poderão ser efetivos no aumento da força muscular dos rotadores dos ombros, podendo fazer parte de um programa quer de reabilitação quer de prevenção.

Ide *et al.* (2003) utilizaram um programa de treino para pacientes com instabilidade ao nível do ombro. O programa realizado incluía oito semanas de força isométrica e treino de força com bandas elásticas Thera-Band® (Hygenics, Akron, Ohio). O *PT* de RI e RE dos ombros aumentaram de forma significativa após a realização do protocolo de treino mencionado, tendo concluído os autores que um programa de treino de força deverá ser parte integrante da recuperação de pacientes com instabilidade ao nível do complexo articular do ombro.

Com o objectivo específico de tentar determinar o meio de treino mais efetivo para alterar os rácios nos músculos rotadores dos ombros, Malliou *et al.* (2004) utilizaram quatro grupos de estudantes de educação física com três distintos meios de treino durante seis semanas (três treinos semanais). De realçar que este estudo, contrariamente aos anteriores, tentou já analisar um efeito ao nível do equilíbrio muscular na coifa dos rotadores do ombro, através da análise dos resultados do treino

nos respectivos rácios. Os autores utilizaram três distintos meios de treino, nomeadamente, o treino isocinético dos rotadores, o mencionado *multi-joint dynamic resistance training program*, semelhante ao do descrito para o estudo de Beneka *et al.* (2002), e por último um treino de rotadores recorrendo a alteres de dois quilogramas. O último grupo era de controlo que não realizava qualquer tipo de treino. Os autores avaliaram às velocidades de 60, 120 e 180°/s antes e após a aplicação dos diferentes protocolos de treino. As conclusões indicaram que todas as formas de treino de força utilizadas foram efetivas na alteração os rácios dos rotadores dos ombros, embora os resultados obtidos com o protocolo isocinético tivessem sido significativamente superiores aos restantes. No entanto, os autores tiveram o cuidado de referir que, apesar de tudo e caso não exista a possibilidade de treino isocinético, um protocolo com os restantes meios utilizados é uma alternativa prática e válida para restaurar os possíveis desequilíbrios musculares.

Por outro lado, num estudo comparativo, Sugimoto & Blanpied (2006) analisaram o efeito de 8 semanas de treino com elásticos e com uma vara flexível (*Bodyblade*) na força dos RI e RE dos ombros. Será de mencionar que foram avaliadas a força concêntrica, excêntrica e isométrica dos rotadores dos ombros. Os resultados apontam para ganhos significativos em ambos os grupos musculares mas apenas com o trabalho de elásticos. Desta forma os autores desaconselharam a utilização da vara flexível no treino com o objectivo de aumentar os níveis de força de RI e RE dos ombros.

Numa perspectiva um pouco distinta, Niederbracht *et al.* (2008) num trabalho efectuado com tenistas do sexo feminino, concluíram que a forma mais adequada de diminuir os desequilíbrios musculares ao nível dos rotadores dos ombros e consequentemente reduzir o risco de lesões que lhe são associados, seria aumentar o treino de força excêntrica dos RE sem um subsequente aumento da força concêntrica dos RI, a qual já será conseguida através do treino específico da modalidade em causa.

Entrando agora na análise dos estudos efectuados que utilizaram nadadores na amostra, pudemos verificar que não abundam na literatura, muito especialmente os que analisaram nadadores jovens, o que nos parece deveras importante, uma vez que o

aumento considerável do volume de treino na carreira do nadador dá-se em média em idades ainda baixas.

Swanik *et al.* (2002) propuseram-se a verificar o efeito do treino de força funcional nos níveis de força e na incidência de dor nos ombros em nadadores. Para tal utilizaram 26 nadadores, que realizaram o protocolo de treino funcional três vezes por semana durante 6 semanas consecutivas. O protocolo utilizado incluía exercícios com bandas elásticas (rotação interna e externa; abdução e flexão horizontal; adução e extensão horizontal), exercícios com pesos livres em decúbito ventral (rotações externas com 90 e 120° de abdução) e por último flexões de braços. Os resultados indicaram que o treino funcional reduz a incidência de dores nos ombros dos nadadores e que também se revela efetivo no aumento da força de RI e RE dos ombros, embora nem sempre com resultados com significância estatística, nomeadamente ao nível dos RE. Daí que os autores sugerissem a necessidade de haver constantes reavaliações durante o decurso de uma época de treinos, no sentido de existir uma eventual modificação na prescrição do treino fora de água (segundo os resultados obtidos, os autores aconselhavam uma redução do trabalho de RI e aumento do treino de RE e abdutores do braço).

Kluemper & Hazelrigg (2006) propuseram efetuar um programa de prevenção com treino de força e flexibilidade não com o intuito de analisar a força e equilíbrio dos rotadores mas sim o efeito na postura dos ombros. Os autores partiram do pressuposto que desequilíbrios musculares nos músculos anteriores dos ombros poderão “puxar” os ombros para a frente, alterando a postura, a qual é de alguma forma comum a alguns nadadores de competição (*protracted posture*). Por sua vez esta postura está associada a lesões nos ombros em nadadores (Rupp, *et al.*, 1995). Com vista a debelar este problema, foi proposto um programa de exercícios durante seis semanas (três vezes por semana), recorrendo para tal à utilização de um treino de força com resistência progressiva com bandas elásticas Thera-Band® (Hygenics, Akron, Ohio) e também exercícios de flexibilidade essencialmente para os músculos peitorais. Basicamente o programa de exercícios proposto pretendia o alongamento dos músculos anteriores dos ombros e o reforço muscular dos posteriores (RE e abdutores). Os resultados obtidos indicaram que as seis semanas de treino com o

programa descrito revelaram-se efetivos na alteração da postura revelada pelos nadadores.

Será ainda de salientar que num outro trabalho com um programa de exercício muito semelhante ao apresentado anteriormente (Wang, McClure, Pratt, & Nobilini, 1999), para além da melhoria ao nível da postura, os autores verificaram também aumentos nos níveis de força de RI e RE dos ombros.

Num estudo recente com jovens nadadores Van de Velde *et al.* (2011), os autores avaliaram os efeitos de dois programas de treino distintos (força muscular e resistência muscular) na força isocinética e resistência dos movimentos de protração e retração. Os grupos de nadadores efetuaram 12 semanas de treino com uma frequência semanal de 3 sessões, em que o grupo de força muscular efetuava 3 séries de 10 repetições e o grupo de resistência 3 séries de 20 repetições. Os autores concluíram que ambos os programas de treino promovem aumentos significativos nos níveis de força, embora ao nível dos índices de fadiga, nenhum deles tenha tido resultados de relevo.

De todos os estudos anteriormente descritos será de sublinhar alguns pontos comuns. Um deles é o facto de em todas as intervenções, independentemente dos meios e métodos de treino e período temporal de aplicação dos mesmos, terem existido ganhos de força nos músculos envolvidos nos exercícios propostos, após um treino específico para o efeito. O período de aplicação dos protocolos de treino efectuados nos diversos estudos analisados variou entre as 12 semanas (McCarrick & Kemp, 2000; Van de Velde *et al.*, 2011), as 6 semanas (Beneka *et al.*, 2002; Kluemper & Hazelrigg, 2006; Malliou *et al.*, 2004; Niederbracht *et al.*, 2008; Swanik *et al.*, 2002) e 4 semanas (Treiber *et al.*, 1998) sendo comum a quase todas as investigações a frequência de três treinos semanais.

Relativamente aos meios utilizados para o treino de força preventiva nos estudos analisados, os autores privilegiaram o treino em aparelhos isocinéticos, trabalho com pesos livres, com bandas elásticas e o designado programa de treino de força dinâmico multi-articular. Para além destes Sugimoto & Blanpied (2006) utilizaram ainda uma vara flexível, embora sem evidentes resultados práticos. Relativamente aos resultados, apesar de todos terem evidenciado ganhos de força, o

treino isocinético parece ter sido o mais eficaz (Beneka *et al.*, 2002; Malliou *et al.*, 2004). A este nível convém referir que alguns autores defenderam a utilização do treino funcional, quer com bandas elásticas quer com pesos livres, com os quais obtiveram resultados de relevância no aumento dos níveis de força e redução da incidência de lesões ao nível dos ombros (Blanch, 2004; Swanik *et al.*, 2002).

Resumindo, parece que o resultado da resenha de estudos efectuada ao nível dos meios e métodos de treino preventivo ao nível da coifa dos rotadores vem de encontro à ideia lançada por O'Donnell *et al.* (2005), que num artigo sobre identificação de problemas nos ombros em nadadores e propostas de treino preventivo para os mesmos defenderam que múltiplos tipos de treino deverão ser integrados num programa de treino em seco com este objectivo. A combinação entre trabalho concêntrico, excêntrico, treino de resistência e de velocidade, com diferentes meios mas sempre direccionando para um treino funcional, em que as características principais dos gestos técnicos dos estilos de nado estejam presentes, contribui para um melhor programa preventivo.

Pelo que foi exposto, poderemos então confirmar que até à data nenhum estudo de desenho experimental procurou investigar diretamente a associação entre os efeitos de uma época de treino numa fase crítica de aumento de volume de trabalho com um programa de treino compensatório específico, designadamente numa amostra de jovens nadadores.

CAPÍTULO III – METODOLOGIA

1. A Amostra

2. Procedimentos

2.1. Avaliação de força isocinética dos rotadores do ombro (nº de avaliações e instantes em que as mesmas ocorreram)

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 foi inicialmente constituída por dois grupos: um grupo de nadadores masculinos em idade juvenil (N=60) e um grupo de controlo (N=25) com características semelhantes (idade e género) mas não praticantes de desporto de forma regular. A todos os participantes e respectivos encarregados de educação foram explicados os objectivos e possíveis dificuldades na realização dos protocolos, 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 (processo: 09002/2008) e estiveram de acordo com a declaração de Helsínquia de 1975.

Durante o decurso da época desportiva e das avaliações efectuadas, finalizaram o processo 40 nadadores (66.6% dos avaliados) e 16 elementos do grupo de controlo (59.2% dos avaliados). Os motivos apontados pelos indivíduos dos diferentes grupos para não concluírem todo o processo estão presentes no quadro 3.

Quadro 3 – Motivos apontados para a não conclusão/abandono do processo de avaliação.

Motivos	G. Experimental	G. Treino	G. Controlo
Lesão	6	4	2
Desistência da modalidade	3	6	---
Mudança de local de residência	1	---	2
Início de atividade desportiva federada	---	---	5
<i>Dropout total</i>	10	10	9

Após o primeiro momento de avaliação os nadadores foram aleatoriamente divididos em: grupo experimental (N=20), o qual realizou 16 semanas de um programa de treino de força compensatório fora de água além do treino aquático; grupo de treino (N=20), apenas cumpriu o programa de treino aquático. No grupo de controlo (N=16) permaneceram os participantes não praticantes de atividade

desportiva de forma regular. Assim, todo o processo foi concluído com três grupos: i) grupo experimental, ii) grupo de treino e iii) grupo de controlo. Os parâmetros de caracterização da amostra dividida por grupos encontram-se no quadro 4.

Quadro 4 - Parâmetros de caracterização da amostra.

	G. Experimental (N=20)	G. Treino (N=20)	G. Controlo (N=16)	<i>p</i>
Idade (anos)	14.65 ± 0.49	14.45 ± 0.51	14.69 ± 0.48	.291 ^a
Massa corporal (Kg)	63.15 ± 7.68	61.73 ± 4.68	60.84 ± 10.69	.696 ^a
Estatura (cm)	173.48 ± 6.87	170.79 ± 6.48	168.38 ± 6.19	.074 ^a
Envergadura (cm)	179.14 ± 8.40	175.48 ± 8.49	171.32 ± 6.80	.085 ^a
Nº treinos/Semana	6.25 ± 0.88	6.75 ± 0.86	---	.967 ^b
Tempo treino/Dia (min)	127.75 ± 37.57	126 ± 26.39	---	.981 ^b
Volume treino/Dia (Km)	5.23 ± 0.66	5.52 ± 0.31	---	.842 ^b
Volume treino/Semana (Km)	31.38 ± 3.98	33.75 ± 2.86	---	.657 ^b

^a Valores de *p* relativos à comparação entre grupos – ANOVA

^b Valores de *p* relativos à comparação entre grupos – *Teste t* para amostras independentes

Foram estabelecidos alguns critérios de inclusão para a formação dos grupos:

Para o grupo de nadadores:

Mínimo de 8 horas de treino semanais; idades entre os 14 e 15 anos; não apresentarem quaisquer patologias ao nível dos membros superiores e ombros; não realizarem treino de força compensatório direcionado aos rotadores dos ombros; terem nível nacional (obtenção de tempos de admissão a campeonatos nacionais no ano anterior).

Para o grupo de controlo:

Idades entre os 14 e 15 anos; não praticarem nenhuma prática desportiva federada ou informal com frequência superior a 2 vezes por semana; não apresentem qualquer historial clínico ao nível de patologias no ombro.

Da totalidade da amostra apenas 4 elementos tinham o braço esquerdo como dominante, sendo 2 do grupo de nadadores e 2 do grupo de controlo.

Relativamente ao grupo de nadadores, foram inquiridos relativamente a lesões anteriores nas articulações dos ombros. Sete referiram episódios pontuais de dores nos ombros há mais de um ano, embora não tenha havido necessidade de interromper a prática normal dos treinos, tendo havido apenas adaptações em algumas tarefas, nomeadamente redução do volume de algumas séries de treino.

No que diz respeito ao grupo de treino, uma vez que era composto por nadadores que não seriam sujeitos ao treino compensatório, houve a preocupação de questionar os técnicos dos diversos clubes envolvidos sobre o tipo de treino efectuado, nomeadamente no trabalho realizado em seco (fora de água). A totalidade dos nadadores deste grupo realizava treino de flexibilidade e também alguns exercícios de força com o peso do corpo fora de água (trabalho abdominal, dorso-lombar, de flexões de braços e membros inferiores). O treino de flexibilidade era realizado diariamente, enquanto o treino de força tinha uma frequência semanal que variava entre as 2 e 3 vezes semanais.

2. Procedimentos

2.1. Avaliação de força isocinética dos rotadores do ombro

Tendo em consideração os objectivos a atingir com a realização do presente estudo, houve necessidade de realizar 3 momentos distintos de avaliação da força dos músculos rotadores dos ombros. Para a definição inicial da calendarização das avaliações, e na tentativa de conciliar os interesses da investigação com o trabalho dos técnicos e nadadores, foi efectuada uma consulta prévia aos treinadores dos diferentes clubes (10 clubes na totalidade). Foi aplicado um questionário a todos os técnicos (anexo 2), o qual nos permitiu caracterizar genericamente o treino realizado, bem como os modelos de periodização adoptados. A maioria dos inquiridos (6) utilizou um modelo de periodização dupla, composto por 2 macrociclos, sendo que os restantes (4) optaram por um modelo com 3 macrociclos. Apesar destas diferenças, e uma vez que a

totalidade dos nadadores pertence ao mesmo escalão (juvenis masculinos), existiam pontos em comum, nomeadamente o calendário nacional, o qual tem previstos dois campeonatos nacionais. O primeiro realizou-se em Março e o segundo em Julho. Um outro ponto comum, decorrente do calendário competitivo, foi o facto de os campeonatos nacionais coincidirem em todos os clubes com os finais de um macrociclo de treino.

Tendo em consideração os modelos de periodização referidos, o calendário competitivo e, conseqüentemente, os “picos de forma” previstos, optámos por realizar as avaliações intercaladas entre períodos de 16 semanas, da seguinte forma:

1ª Avaliação – Outubro (2ª semana de treinos da época)

2ª Avaliação – Próximo do final do 1º ou 2º macrociclo – Final de Fevereiro

3ª Avaliação – Próximo do final do 2º ou 3º macrociclo – Final de Junho

Em todas as avaliações houve o cuidado em efetuar o procedimento com o mínimo de 1 e não mais do que 3 dias de descanso após a última sessão de treino.

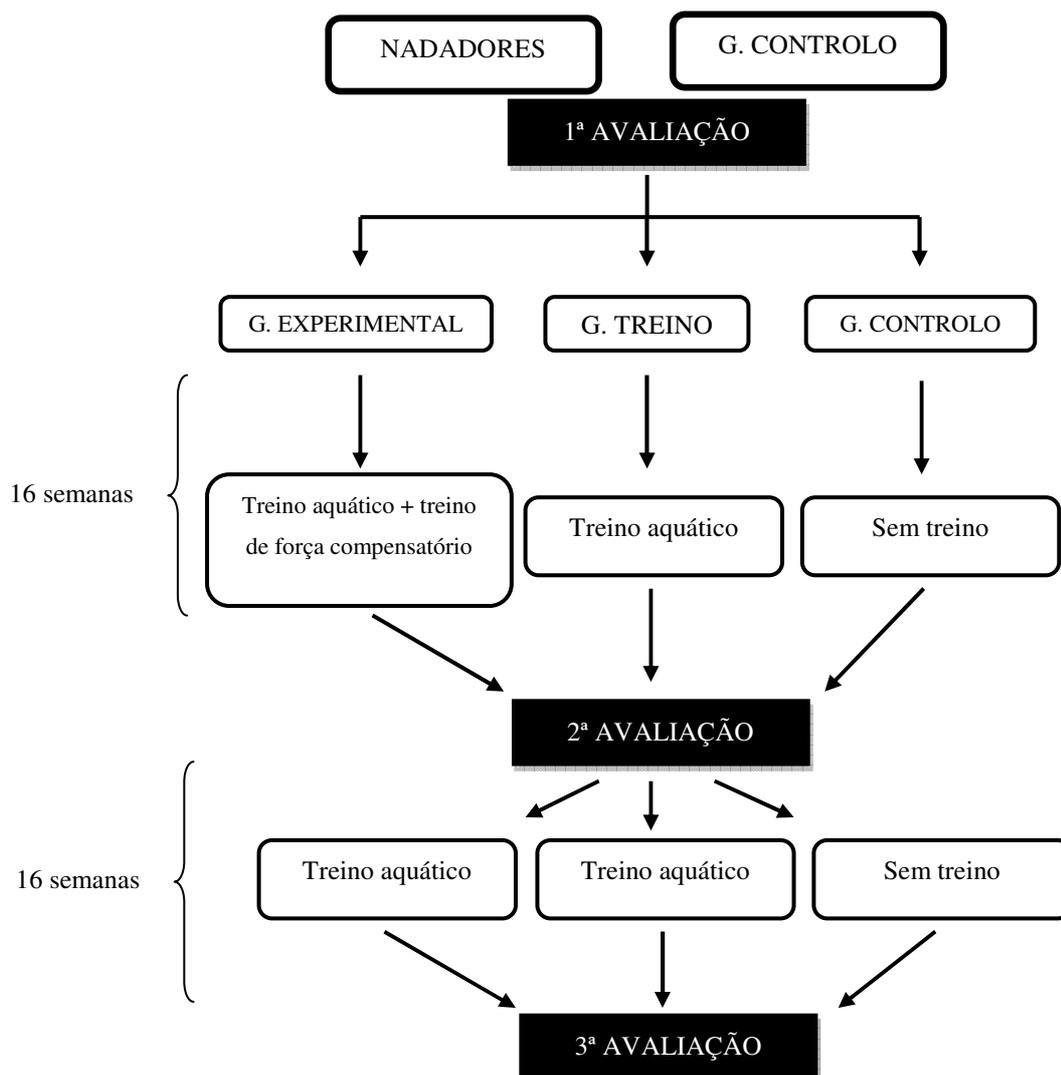


Figura 1 - Diagrama representativo do desenho da situação experimental

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

Todos os valores de força isocinética dos RI e RE dos ombros foram avaliados no dinamómetro isocinético (Biodex System 3 – Biodex Corp., Shirley, NY, USA), o qual é amplamente utilizado e reconhecido como um aparelho fiável e válido para a realização de avaliações isocinéticas (Drouin *et al.*, 2004; Zawadzki, Bober, & Siemieński, 2010).

Num trabalho realizado com o objetivo de testar a fiabilidade e validade das medidas realizadas com o Biodex System 3, Drouin *et al.* (2004) concluíram que é um

instrumento que fornece medições fiáveis de torque, posição e velocidade quer em repetições consecutivas quer em avaliações efetuadas em dias distintos. Complementando a ideia anterior, Hellwig & Perrin (1991) e Perrin (1986), identificaram os aparelhos isocinéticos como sendo fiáveis para avaliações intra e entre sessões e também para quantificação da performance muscular, particularmente em movimentos de RI e RE dos ombros.

Relativamente à posição considerada para efetuar a avaliação, tendo em consideração o que foi exposto durante a revisão de literatura sobre este assunto, não existindo uma posição *standard* universalmente aceite pela comunidade científica (Hill *et al.*, 2005), considerámos que seria importante atender aos seguintes pressupostos para efetuar a melhor escolha:

1. Possibilidades e recomendações do dinamómetro isocinético disponível, respeitando as indicações do seu manual;
2. Atender à validade ecológica do teste, procurando avaliar a maior quantidade de força produzida posicionando a articulação da forma mais próxima aos gestos realizados na natação;
3. O conhecimento prévio de que, segundo Ellenbecker & Davies (2000) e Scoville *et al.* (1997) a utilização da posição de sentado é fiável e segura, estabilizando toda a zona superior do corpo;
4. Estudos prévios comprovaram que os 90° de abdução do braço permitem uma maior atividade electromiográfica em todos os músculos rotadores da articulação do ombro (Dark *et al.*, 2007).

Com base nos pressupostos anteriores optou-se pela realização da avaliação dos testes isocinéticos, colocando os nadadores sentados no banco, posicionados com o braço a 90° de abdução no plano sagital e 90° de flexão do cotovelo, posição idêntica à utilizada em estudos prévios (Julienne *et al.*, 2007; Scoville *et al.*, 1997; Tyler *et al.*, 2005).

Definimos como posição inicial a posição neutra (braço a 90° de abdução e 90° de flexão do cotovelo), iniciando-se o movimento em rotação interna total (figura 2).



Figura 2 - Posição inicial da avaliação isocinética

Os sujeitos iniciaram os exercícios na posição anteriormente descrita, realizando uma amplitude de movimento de 0° a 90° , conforme recomendações da bibliografia (Tyler *et al.*, 2005). No entanto, e na tentativa de evitar os designados “torques artificiais” (“*torque overshoots*”), os quais acontecem essencialmente nos instantes de inversão do sentido do exercício (Mayer *et al.*, 2001), para análise dos resultados do *PT* apenas utilizámos uma amplitude de movimento de 80° , não tendo sido considerados os últimos e primeiros 5° de cada extremo do movimento (final e início da rotação externa e interna). O posicionamento do indivíduo e o alinhamento das articulações foram efectuados de acordo com as instruções definidas no manual do instrumento mencionado (Tyler *et al.*, 2005; Wilk, 1991).

No que respeita à velocidade angular e número de repetições utilizadas nas avaliações, tendo em consideração toda a literatura analisada e também que a natação é essencialmente uma modalidade em que a força resistência e elevados níveis de potência muscular são determinantes (Maglisco, 2003), optámos por realizar os seguintes protocolos no MD e MND:

Protocolo 1 – realização de 3 repetições (ações concêntricas) a $60^{\circ}/s$. O incentivo verbal por parte do avaliador foi uma constante.

Protocolo 2 – realização de 20 repetições (ações concêntricas) a $180^{\circ}/s$. A esta velocidade determinou-se que o incentivo verbal por parte do avaliador ocorreria à 5^a e 10^a repetição, tornando a ocorrer nas últimas 5, de forma a uniformizar este procedimento à totalidade da amostra.

Previamente à realização dos protocolos, todos os participantes realizaram 15min. de aquecimento com mobilização articular e alongamentos. Foram também informados das tarefas a realizar e, antes da execução da primeira avaliação foi permitido a todos a realização de três repetições em cada uma das velocidades de teste, com o objectivo de, por um lado servir de aquecimento e por outro lado criar alguma habituação à posição, velocidade angular e tarefa a desempenhar.

Todos os elementos da amostra realizaram o protocolo de força de 3 repetições máximas a 60°/s seguida do protocolo de força de 20 repetições a 180°/s com 2 min de pausa entre ambos. Neste caso seguimos as diretrizes de Dvir (1995), o qual aconselha que em testes isocinéticos os protocolos a velocidades inferiores devem preceder outros com velocidades angulares superiores. Posteriormente a cadeira era colocada de forma a efetuarem a avaliação com o membro superior oposto

A correção ao efeito da gravidade foi efectuada para todos os protocolos mencionados e todas as avaliações realizadas, de acordo com as instruções do manual do instrumento utilizado (Wilk, 1991).

2.1.2. Variáveis de estudo

Com vista a cumprir os objectivos delineados, caracterizando os níveis de força, equilíbrio muscular e níveis de fadiga dos rotadores do complexo articular do ombro foram utilizadas as seguintes variáveis de estudo:

***Peak-torque* (momento de força máximo)**, definido como o valor mais elevado de momento de força efectuado pelo sujeito avaliado durante a totalidade da amplitude de movimento numa dada repetição, traduzindo a capacidade de realizar força sobre uma partícula em redor de um ponto (centro articular). A eficiência de uma força para fazer rodar um corpo aumenta com uma distância d (braço da alavanca) do centro de rotação, medida perpendicularmente à linha de ação da Força (Alonso & Finn, 1999; Enoka, 2008). Esta grandeza Física, denominada por Momento de Força (Torque), tem como unidade o Newton metro [Nm] e é expressa por:

$$T=Fd^{ii}$$

Rácio RE/RI, utilizados com vista a caracterizar a proporcionalidade da relação entre os RI e RE da articulação do ombro, foram calculados através da seguinte fórmula (Ellenbecker & Davies, 2000):

$$(PT-RE / PT-RI) \times 100^{iii}$$

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

$$[(W1-W2)/W1] \times 100^{iv}$$

Neste caso, valores de índices de fadiga mais elevados representam maiores níveis de fadiga.

Para além das variáveis definidas anteriormente, determinámos ainda as alterações entre momentos de avaliação de cada grupo, as quais correspondem à diferença entre os valores obtidos em cada um dos momentos (pós – prévio). Por fim, definimos os efeitos do treino/destreino, correspondendo estes às diferenças de variação entre dois grupos, por exemplo: [efeito do treino = (ΔG .Experimental - ΔG .Controlo)].

ⁱⁱ Torque (T)=Força (F) x Braço da alavanca (d)

ⁱⁱⁱ PT-RE – Peak-Torque dos Rotadores externos; PT-RI - Peak-Torque dos Rotadores internos

^{iv} Trabalho realizado no 1º terço das repetições (W1); Trabalho realizado no último terço das repetições (W2)

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

Tal como referido e representado na Figura 1, o grupo experimental, para além da rotina habitual de treino aquático, efetuou 16 semanas de treino de força compensatório, na tentativa de reforçar os grupos musculares do complexo articular do ombro, com especial incidência nos RE.

O programa de treino proposto aos nadadores do grupo experimental utilizou exclusivamente exercícios com bandas elásticas Thera-Bands®. Teve uma frequência de 3 sessões por semana com a realização de 3 exercícios:

Exercício 1: Os sujeitos iniciaram o exercício numa posição próxima da posição anatómica de referência e com a banda em tensão, realizando uma abdução dos braços com rotação externa, formando um ângulo entre o braço e tronco no final do movimento de aproximadamente 50 a 60° (fig. 3)

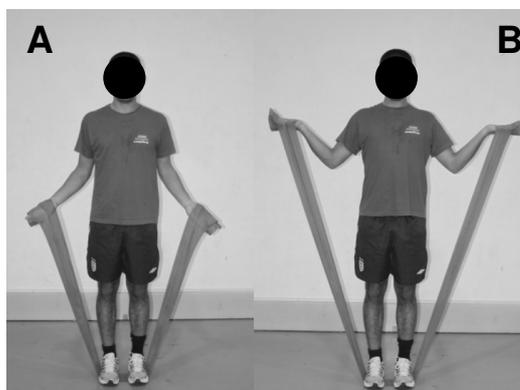


Figura 3 - 1º exercício do programa de força compensatório. A- posição inicial; B - posição final

Exercício 2: neste exercício a posição inicial caracterizou-se pela colocação do ombro em 90° de flexão no plano da omoplata, os cotovelos em flexão total e mãos em pronação acima dos ombros, progredindo durante o exercício para uma extensão total do cotovelo e flexão completa do ombro. (fig. 4)



Figura 4 - 2º exercício do programa de força compensatório. A- posição inicial; B - posição final

Exercício 3: neste último exercício a posição inicial foi idêntica à realizada no primeiro (posição anatômica de referência), progredindo para uma abdução dos braços em simultâneo no plano da omoplata até ao final da amplitude total de abdução, perto dos 160° (fig. 5)

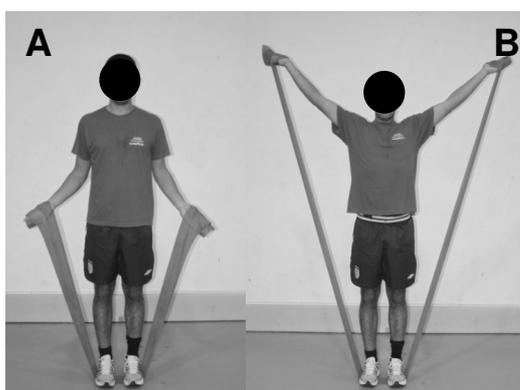


Figura 5 - 3º exercício do programa de força compensatório. A- posição inicial; B - posição final

Todos os nadadores realizaram 3 séries de cada um dos exercícios mencionados com 30 seg. de repouso entre repetições e 1 min. entre exercícios. As duas primeiras séries compreendiam a realização de 20 repetições, sendo a última série executada até à exaustão, não existindo um número pré-determinado de repetições. De referir que houve uma constante preocupação em que todas as execuções fossem

realizadas com uma técnica correta, sendo o programa de treino realizado no final do aquecimento e antes do treino aquático.

A definição da resistência inicial de treino foi determinada durante uma semana de treino de adaptação. Após duas sessões de adaptação ao material e à técnica de execução efetuámos o teste com bandas elásticas vermelhas. No caso de os nadadores superarem na última série as 30 repetições com técnica adequada, iniciavam o treino com a banda de cor/resistência imediatamente superior. Este teste foi válido para cada um dos exercícios de forma independente.

A forma de progressão da carga ao longo das 16 semanas realizava-se com a mudança das cores das bandas elásticas *Thera-Bands®*, as quais possuem resistências variáveis consoante as cores utilizadas. Sempre que na última série os nadadores superavam as 30 repetições com técnica correta, passavam a treinar com a banda de resistência imediatamente superior. As cores das bandas e respectivas resistências, tendo por base a percentagem de alongamento das mesmas, estão presentes no quadro 5.

Quadro 5 - Resistência das bandas elásticas *thera-band* baseado na percentagem de alongamento das mesmas (adaptado de Page *et al.* 2000).

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

Dados expressos em Quilogramas (Kg).

Tendo como objetivo a monitorização e controlo da totalidade do programa de treino de força por parte dos técnicos dos diversos clubes envolvidos, foram efetuadas

sessões formativas com cada um deles, prévias ao início do programa de treino. Para além disso, a primeira sessão de adaptação ao treino e a sessão de definição da resistência inicial, foram dirigidas pelo responsável por este trabalho. Foi ainda gravado um DVD com um filme da execução dos exercícios que compunham o programa de treino e descrição técnica dos mesmos, o qual foi entregue a todos os nadadores do grupo experimental e respetivos técnicos.

2.3. Período de destreino

Tendo em consideração que pretendemos avaliar os efeitos de um período de destreino na força e equilíbrio musculares dos rotadores dos ombros foi definido um período de destreino para o grupo experimental.

O conceito de destreino é abrangente, podendo corresponder a uma redução permanente ou temporária dos estímulos de treino ou ainda a uma ausência total dos mesmos (Faigenbaum et al., 1996). No entanto, e relativamente ao treino de força especificamente, Fry, Häkkinen & Kraemer (2004) foram um pouco mais longe na definição do conceito, referindo que pode não ser apenas a ausência total de estímulos de treino, mas também a redução do volume e intensidade dos mesmos.

Neste contexto definimos como período de destreino para o grupo experimental, uma total paragem dos estímulos do treino de força compensatório, a qual se iniciou no final das 16 semanas e terminou no final da época (32 semanas). De salientar que o grupo experimental apenas parou totalmente o treino de força compensatório, tendo seguido a rotina habitual de treino aquático.

2.4. Avaliação Maturacional

Com o objectivo de efetuar uma caracterização maturacional dos diferentes grupos e verificar a existência ou não de diferenças a este nível, todos os elementos que constituem a amostra de estudo foram sujeitos a uma avaliação maturacional nos 3 distintos momentos em que se realizaram as avaliações isocinéticas. Para tal, optámos

pela utilização de um indicador da maturação somática que foi a percentagem da estatura matura (adulta) predita, baseada no método de Khamis & Roche (1994). Esta metodologia prevê que um indivíduo está tão mais maturo quanto mais próximo se encontra da sua estatura 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 (EMP) (Khamis & Roche, 1994, 1995) utiliza a estatura, massa corporal e estatura média parental, recorrendo à multiplicação das variáveis apresentadas por coeficientes de ponderação associados à idade cronológica dos observados. O cálculo foi efectuado tendo por base a fórmula seguinte:

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

Os valores do intercept e restantes coeficientes constam das tabelas calculadas por Khamis & Roche (1994), considerando a idade cronológica de cada indivíduo (anexo 3). O erro médio para a população masculina é de 2,2cm (Khamis & Roche, 1994).

Posteriormente, e uma vez que o indicador maturacional é dado pela percentagem de estatura matura predita (%EMP) já alcançada no momento da medição, o cálculo final é efectuado recorrendo à seguinte equação:

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

Os coeficientes do método Khamis-Roche (1994) surgem em polegadas (*inches*) e libras (*pounds*), tendo sido necessário a sua conversão para o sistema métrico (centímetros e quilogramas)^v.

A informação relativa à estatura dos progenitores dos atletas foi obtida através de fotocópia do bilhete de identidade de cada um dos progenitores.

^v 1 Polegada = 2,54cm; 1 Libra = 0,43359Kg

3. Tratamento Estatístico

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 respectivos pressupostos. A normalidade das distribuições foi testada usando o teste de *Kolmogorov-Smirnov*, sendo a homogeneidade de variâncias testada através do teste de *Levene*.

Para comparar os parâmetros de caracterização da amostra e níveis maturacionais entre grupos foi utilizada a técnica estatística análise de variância (ANOVA).

Foi utilizado o teste *t de Student* para amostras independentes a fim de comparar valores de início entre o grupo de nadadores e grupo de controlo e também os parâmetros de caracterização da amostra relativos ao treino aquático entre os grupos de nadadores.

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.

Os efeitos do treino foram estudados através da análise de variância (ANOVA) para medidas repetidas, equacionando-se os factores grupo e momento de avaliação. De acordo com a análise efectuada, foram equacionados 3 grupos e 2 momentos ou 2 grupos e 3 momentos. No caso das variáveis em que se verificavam diferenças significativas entre grupos na avaliação inicial (*baseline*), foi efectuado um ajustamento introduzindo como covariável o valor de início de cada uma destas variáveis. Para estudar as diferenças entre grupos em cada momento e entre momentos em cada grupo (2 a 2) utilizou-se o teste *post hoc* de Bonferroni.

Nas análises de medidas repetidas efectuadas para verificação dos efeitos do treino aquático, que consideravam 3 momentos distintos, a esfericidade foi testada através do teste de *Mauchly*. Nos casos em que a não se poderia aceitar a hipótese da esfericidade efectuou-se a correção recorrendo ao *epsilon de Huynh-Feldt* (Hair, Black, Babin, & Anderson, 2010).

Para a realização da análise estatística foi utilizado o *software Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 18.0, sendo adotado o nível de significância de $p < 0.05$.

CAPÍTULO IV – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

1. Caracterização do perfil de força isocinética dos rotadores dos ombros no início de época e estado maturacional em cada um dos momentos de avaliação
 2. Efeitos de um período de treino compensatório na força e fadiga dos rotadores dos ombros e respectivos rácios unilaterais
 3. Efeitos do destreino relativo ao programa de treino compensatório na força e fadiga dos rotadores dos ombros e respectivos rácios unilaterais
 - 3.1. Comparação entre os valores do final do período de destreino e de início da época desportiva
 4. Avaliação da influência do treino aquático na força e fadiga dos músculos agonistas e antagonistas implicados na rotação do ombro, comparando três momentos distintos da época desportiva
 5. Comparação dos valores de rácios (RE/RI) entre braço dominante e não dominante, durante a evolução da época desportiva
-

CAPÍTULO IV - APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

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

Iniciamos a apresentação dos resultados com uma caracterização inicial do grupo de nadadores e grupo de controlo e também com uma análise comparativa entre os grupos. Tal como foi mencionado durante a revisão de literatura, não existem muitos dados referentes a populações de nadadores, nomeadamente no que respeita a valores de força isocinética de rotadores dos ombros. Assim sendo, os resultados apresentados nos quadros seguintes servirão não só para efetuar uma comparação entre grupos e uma caracterização inicial dos mesmos nas variáveis de estudo, mas também para contribuir, para os dados normativos referentes aos valores de força dos rotadores dos ombros em nadadores jovens e respectivos rácios.

Nos quadros 6 e 7 temos a apresentação dos resultados do início da época desportiva, os quais contemplam a amostra inicial na sua totalidade, sendo o N superior ao que finalizou o estudo, tal como foi referido no capítulo da metodologia.

Quadro 6 – Caracterização da amostra no início da época desportiva (pré intervenção) através das médias e respectivos desvios padrão(DP), dos *Peak-torques* (Nm) e Rácios RE/RI (%) na avaliação efectuada à velocidade angular de 60°/s.

		Nadadores (N=60)	Grupo Controlo (N=25)	
		Média ± DP	Média ± DP	<i>p</i>
Braço Dominante	PT-RE	26.39 ± 5.66	25.51 ± 7.28	.551
	PT-RI	33.88 ± 8.50	26.17 ± 7.80	.000
	Racio RE/RI	77.89 ± 15.22	97.48 ± 12.74	.000
Braço não dominante	PT-RE	24.96 ± 4.74	24.10 ± 6.18	.489
	PT-RI	34.02 ± 9.33	24.55 ± 6.00	.001
	Racio RE/RI	73,37 ± 17,26	98,17 ± 15,77	.000

p –teste t para amostras independentes.

No que respeita aos valores de força isocinética, no protocolo de 3 repetições a 60°/s, podemos constatar que invariavelmente são superiores no grupo de nadadores, sendo a diferença significativamente superior quando nos reportamos aos valores das rotações internas. Em relação aos rácios RE/RI, existem diferenças estatisticamente significativas entre grupos, apresentando os nadadores valores inferiores.

Quadro 7 - Caracterização da amostra no início da época desportiva (pré intervenção) através das médias e respectivos desvios padrão(DP), dos *Peak-torques* (Nm) e Rácios RE/RI (%) na avaliação efectuada à velocidade angular de 180°/s.

		Nadadores (N=60)	Grupo Controlo (N=25)	
		Média ± DP	Média ± DP	<i>p</i>
Braço Dominante	PT-RE	23.29 ± 4.15	22.99 ± 5.96	.791
	PT-RI	31.15 ± 7.93	23.15 ± 6.92	.002
	Ratio RE/RI	74.77 ± 13.99	99.30 ± 18.91	.000
Braço não dominante	PT-RE	22.07 ± 3.87	21.57 ± 4.27	.605
	PT-RI	31.48 ± 8.38	23.85 ± 6.64	.001
	Ratio RE/RI	70,11 ± 14.57	90.44 ± 19.01	.000

p –teste t para amostras independentes.

Os resultados das avaliações com protocolo de 20 repetições a 180°/s foram em tudo semelhantes aos realizados a 60°/s, uma vez que as diferenças significativas entre grupos em ambos os membros se verificam ao nível dos RI e rácios RE/RI.

No que diz respeito aos índices de fadiga, pudemos observar que são inferiores no grupo de nadadores em ambos os membros superiores, não existindo porém diferenças entre grupos (Figura 6).

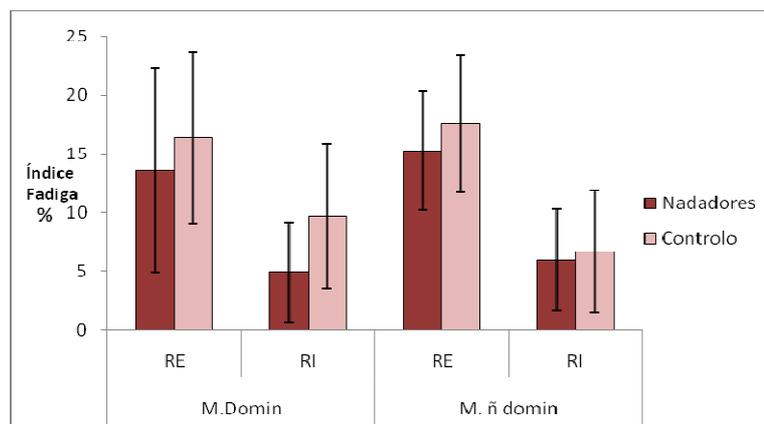


Figura 6 – Caracterização dos Índices de Fadiga nos dois grupos para o Membro Dominante e Não Dominante.

No que diz respeito ao estado maturacional dos diferentes grupos que constituem a amostra, pudemos verificar que, em todos os momentos em que se realizaram as avaliações os grupos apresentavam desenvolvimentos maturacionais semelhantes, não existindo diferenças significativas entre eles em cada um dos momentos (quadro 8).

Quadro 8 - Caracterização do estado maturacional (percentagem da estatura matura predita) dos diferentes grupos da amostra nos três distintos momentos da avaliação

	G. Experimental	G. Treino	G. Controlo	<i>p</i>
Início	96.06 ± 2.09	95.27 ± 1.79	95.7 ± 1.99	.444
16 semanas	97.03 ± 1.81	96.08 ± 1.72	96.81 ± 1.67	.211
32 semanas	97.9 ± 1.49	97.33 ± 1.52	97.66 ± 1.52	.467

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

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

Neste capítulo apresentamos os resultados relativos a um possível efeito do programa de treino de força compensatório nos músculos rotadores dos ombros, com a duração de 16 semanas.

O quadro 9 mostra os resultados referentes às avaliações efectuadas à velocidade angular de 60°/s no MD. Assim, o programa de treino compensatório induziu um efeito significativo no final das 16 semanas uma vez que foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre grupo experimental e o grupo de treino no que respeita aos valores das RE ($p=.008$) e também dos rácios RE/RI ($p=.001$). Consideramos relevante o facto do rácio RE/RI aumentar o seu valor em 4.66% após o programa de treino implementado (grupo experimental). No entanto, no grupo de treino revelou uma diminuição estatisticamente significativa de -5.65%.

Quadro 9– Efeitos do treino de força compensatório nos *Peak-torques* (Nm) das rotações internas e externas do braço dominante e respectivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 60°/s. Resultados do início da intervenção e após as 16 semanas.

Membro Dominante – 60°/s							
		G. Experimental		G. Treino		G. Controlo	
Início (média ± DP)	RE	28.61 ± 5.86 ^a		26.36 ± 4.56 ^b		23.19 ± 4.38 ^{a b}	
	RI	35.90 ± 7.71 ^a		33.20 ± 8.13 ^b		24.02 ± 5.04 ^{a b}	
	Rácio	79.69 ± 12.76 ^a		79.39 ± 15.4 ^b		96.54 ± 14.82 ^{a b}	
16 semanas (média ± DP)	RE	32.50 ± 6.61 [*]		27.33 ± 3.71		23.76 ± 3.99	
	RI	38.53 ± 7.92 [*]		39.56 ± 5.51 [*]		24.90 ± 4.29	
	Rácio	84.35 ± 12.12		73.74 ± 12.82 [*]		95.42 ± 11.21	
Alterações 16 semanas Média (95% IC)	RE	3.89 (2.14 a 5.64)		0.97 (-3.13 a 2.08)		0.57 (-1.67 a 1.81)	
	RI	2.63 (-0.78 a 6.03)		6.36 (2.76 a 8.97)		0.88 (-1.08 a 3.14)	
	Rácio	4.66 (-2.34 a 11.66)		-5.65 (-12.43 a 1.13)		-1.12 (-7.9 a 5.66)	
		Exp. vs Treino	<i>p</i>	Exp. vs Controlo	<i>p</i>	Treino vs Controlo	<i>p</i>
Efeito do treino Média (95% IC)	RE	2.93 (-0.10 a 4.96)	.008	3.32 (1.08 a 5.56)	.001	0.4 (-2.86 a 4.21)	.894
	RI	-3.73 (-7.42 a 1.46)	.421	1.57 (-2.14 a 5.27)	.012	5.47 (-3.5 a 13.45)	.002
	Rácio	10.31 (1.34 a 18.29)	.001	5.78 (2.07 a 9.48)	.214	-4.53 (-7.23 a 9.82)	.000

p – análise de variância para medidas repetidas ajustadas ao valor de início para comparação entre grupos no final das 16 semanas

^a Diferenças significativas intra grupo entre início e 16 semanas

^a Diferenças significativas no início entre G. Experimental e G. Controlo

^b Diferenças significativas no início entre G. Treino e G. Controlo

Para a mesma velocidade angular, foram observados resultados do MND semelhantes aos encontrados para o MD. O treino de força compensatório apresentou efeitos relevantes essencialmente ao nível dos RE e rácios RE/RI, uma vez que os valores das mencionadas variáveis no grupo experimental diferiram de forma estatisticamente significativa ($p=.015$ e $p=.036$ respectivamente) relativamente ao grupo de treino, que apenas efetuou treino aquático (Quadro 10).

Quadro 10 – Efeitos do treino de força compensatório nos *Peak-torques* (Nm) das rotações internas e externas do braço não dominante e respectivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 60°/s. Resultados do início da intervenção e após as 16 semanas.

		Membro Não Dominante – 60°/s					
		G. Experimental		G. Treino		G. Controlo	
Início (média ± DP)	RE	25.57 ± 5.10		24.83 ± 4.49		22.38 ± 4.90	
	RI	35.47 ± 8.63 ^a		33.30 ± 10.46 ^b		22.56 ± 5.28 ^{a,b}	
	Rácio	72.09 ± 7.82 ^a		74.56 ± 18.66 ^b		99.20 ± 14.91 ^{a,b}	
16 semanas (média ± DP)	RE	29.91 ± 4.84 [*]		25.94 ± 3.78		22.28 ± 4.51	
	RI	37.63 ± 8.32 [*]		37.71 ± 8.72 [*]		22.87 ± 6.82	
	Rácio	79.48 ± 13.51		68.79 ± 10.67 [*]		97.42 ± 12.91	
Alterações 16 semanas	RE	4.34 (2.41 a 4.9)		1.11 (-0.49 a 2.12)		-0.1 (-2.15 a 1.98)	
	RI	2.15 (-0.25 a 5.01)		4.41 (0.5 a 7.81)		0.32 (-2.04 a 3.02)	
Média (95% IC)	Rácio	7.39 (-1.23 a 11.54)		-5.77 (-12.93 a 2.38)		-1.78 (-12.34 a 9.19)	
		Exp. vs Treino	<i>p</i>	Exp. vs Controlo	<i>p</i>	Treino vs Controlo	<i>p</i>
Efeito do treino Média (95% IC)	RE	3.23 (1.25 a 4.92)	.015	4.44 (1.87 a 7.12)	.002	1.21 (-3.45 a 4.98)	.137
	RI	-2.26 (-5.86 a 2.95)	.931	1.83 (-1.12 a 4.27)	.033	4.09 (-2.71 a 9.38)	.026
	Rácio	10.31 (1.24 a 18.29)	.036	9.17 (-3.39 a 22.34)	.199	-3.99 (-16.2 a 8.19)	.001

p – análise de variância para medidas repetidas ajustadas ao valor de início para comparação entre grupos no final das 16 semanas

^{*} Diferenças significativas intra grupo entre início e 16 semanas

^a Diferenças significativas no início entre G. Experimental e G. Controlo

^b Diferenças significativas no início entre G. Treino e G. Controlo

Relativamente aos resultados das avaliações efectuadas com base no protocolo de 20 repetições a 180°/s (quadros 11 e 12) podemos verificar que os resultados são um pouco díspares se considerarmos o MD e MND. No primeiro caso os resultados são em tudo semelhantes aos descritos nas avaliações realizadas a 60°/s, verificando-se efeitos significativos do treino de força compensatório nos RE e rácios unilaterais. O mesmo não aconteceu nos resultados relativos ao MND, nos quais, apesar dos valores dos rácios terem sido consideravelmente superiores da primeira para a segunda avaliação no grupo experimental (aumento de 7.25% no grupo experimental e de apenas 0.01% no grupo de treino), as diferenças não foram estatisticamente significativas entre eles.

Quadro 11– Efeitos do treino de força compensatório nos *Peak-torques* (Nm) das rotações internas e externas do braço dominante e respectivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 180°/s. Resultados do início da intervenção e após as 16 semanas.

Membro Dominante – 180°/s							
		G. Experimental		G. Treino		G. Controlo	
Início (média ± DP)	RE	24.29 ± 4.06		22.98 ± 4.07		21.75 ± 5.22	
	RI	32.97 ± 7.31 ^a		29.83 ± 8.39 ^b		21.59 ± 4.90 ^{a b}	
	Rácio	73.67 ± 5.86 ^a		77.04 ± 12.99 ^b		100.74 ± 21.98 ^{a b}	
16 semanas (média ± DP)	RE	28.89 ± 5.15 [*]		24.76 ± 3.42		21.49 ± 2.62	
	RI	37.29 ± 6.97 [*]		36.06 ± 6.49 [*]		21.69 ± 5.46	
	Rácio	77.47 ± 10.41		68.66 ± 9.31 [*]		99.08 ± 17.76	
Alterações 16 semanas Média (95% IC)	RE	4.6 (3.85 a 5.84)		1.79 (0.17 a 4.06)		-0.36 (-2.13 a 2.21)	
	RI	4.33 (3.15 a 6.9)		6.23 (2.93 a 8.13)		0.1 (-2.99 a 2.25)	
	Rácio	3.8 (-1.57 a 9.56)		-8.38 (-11.39 a -2.87)		-1.66 (-11.35 a 7.94)	
		Exp. vs Treino	<i>p</i>	Exp. vs Controlo	<i>p</i>	Treino vs Controlo	<i>p</i>
Efeito do treino Média (95% IC)	RE	2.81 (1.18 a 5.16)	.007	4,85 (2.32 a 6.24)	.000	2.04 (-2.21 a 5.32)	.070
	RI	-1.90 (-7.47 a 2.96)	1.000	4.23 (1.21 a 9.01)	.002	6.13 (0.21 a 11.21)	.000
	Rácio	12.18 (5.52 a 19.84)	.020	5.46 (-6.77 a 18.11)	.016	-6.72 (-16.14 a 4.76)	.001

p – análise de variância para medidas repetidas ajustadas ao valor de início para comparação entre grupos no final das 16 semanas

^{*} Diferenças significativas intra grupo entre início e 16 semanas

^a Diferenças significativas no início entre G. Experimental e G. Controlo

^b Diferenças significativas no início entre G. Treino e G. Controlo

Quadro 12 – Efeitos do treino de força compensatório nos *Peak-torques* (Nm) das rotações internas e externas do braço não dominante e respectivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 180°/s. Resultados do início da intervenção e após as 16 semanas.

Membro Não Dominante – 180°/s							
		G. Experimental		G. Treino		G. Controlo	
Início (média ± DP)	RE	22.16 ± 4.09		22.00 ± 3.70		20.07 ± 3.49	
	RI	34.09 ± 8.17 ^a		29.80 ± 8.27 ^b		21.40 ± 5.69 ^{a b}	
	Rácio	65,00 ± 12.04 ^a		73,83 ± 13.68 ^b		93.79 ± 18.67 ^{a b}	
16 semanas (média ± DP)	RE	25.65 ± 4.99 [*]		24.98 ± 4.15 [*]		19.80 ± 3.47	
	RI	35.50 ± 7.23 [*]		33.83 ± 7.77 [*]		21.31 ± 6.46	
	Rácio	72.25 ± 10.09		73.84 ± 9.78		92.91 ± 23.20	
Alterações 16 semanas Média (95% IC)	RE	3.49 (1.55 a 5.09)		2.98 (1.59 a 4.76)		-0.28 (-2.31 a 1.23)	
	RI	1.41 (-0.62 a 4.31)		4.03 (2.08 a 7.07)		-0.1 (-2.26 a 1.96)	
	Rácio	7.25 (1.48 a 13.07)		0.01(-5.27 a 4.31)		-0.88 (-10.32 a 9.36)	
		Exp. vs Treino	<i>p</i>	Exp. vs Controlo	<i>p</i>	Treino vs Controlo	<i>p</i>
Efeito do treino Média (95% IC)	RE	0.51 (-2.52 a 3.46)	.945	3,77 (2.17 a 5.57)	.008	3.26 (1.37 a 6.32)	.019
	RI	-2.62 (-6.33 a 0.94)	.665	1.51 (-1.09 a 3.21)	.035	4.13 (1.91 a 6.38)	.001
	Rácio	7.24 (-2.52 a 15.65)	.936	8.13 (-5.34 a 20.12)	.601	0.89 (-8.94 a 11.22)	.113

p– análise de variância para medidas repetidas ajustadas ao valor de início para comparação entre grupos no final das 16 semanas

^{*} Diferenças significativas intra grupo entre início e 16 semanas

^a Diferenças significativas no início entre G. Experimental e G. Controlo

^b Diferenças significativas no início entre G. Treino e G. Controlo

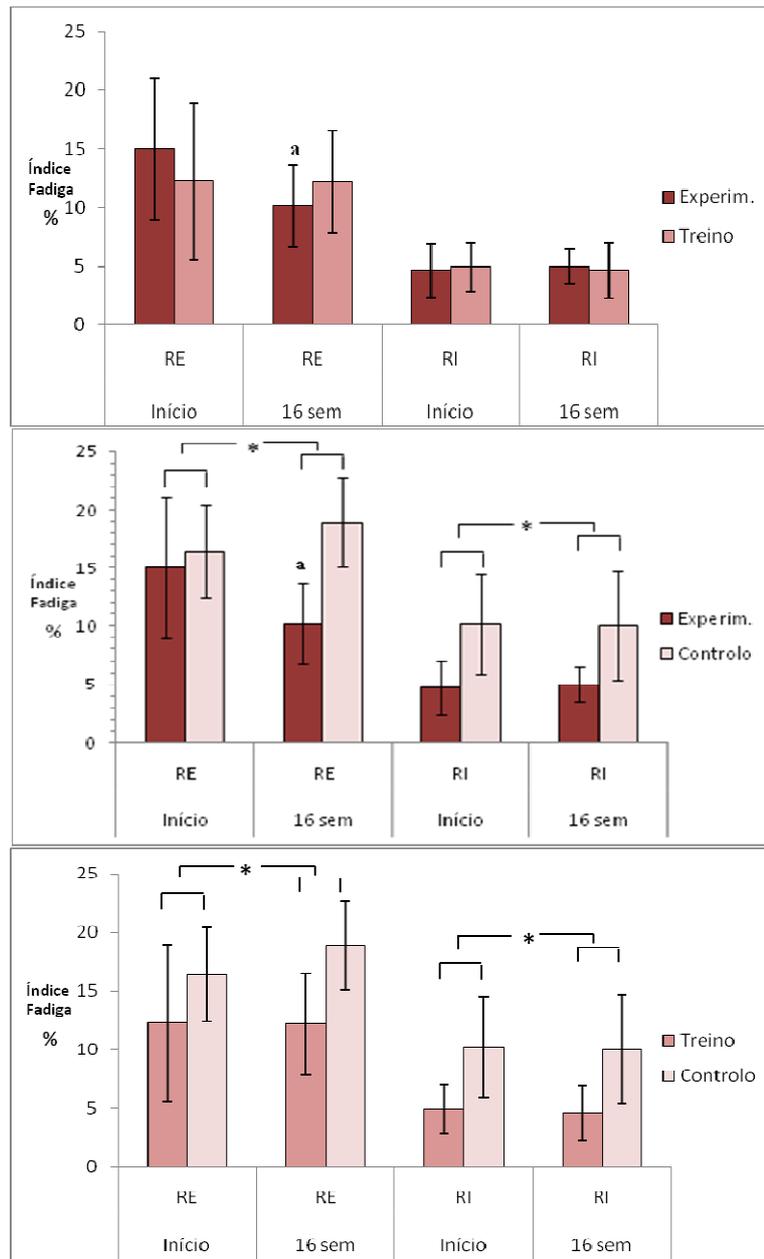


Figura 7 – Efeitos do treino de força compensatório nos Índices de Fadiga do Membro Dominante. Comparações intra e entre grupos.

a - Diferenças significativas intra grupo entre o início e 16 semanas

* - Diferenças significativas entre grupos

A figura 7 mostra os resultados dos índices de fadiga do MD. O treino compensatório efetuado revelou diferenças significativas do início para as 16 semanas nos RE do grupo experimental. No entanto, os resultados quando comparados com o grupo de treino não foram significativos. As diferenças entre grupos nos RE e RI apenas acontecem relativamente ao grupo de controlo, sendo os valores de Índices de fadiga significativamente inferiores nos grupos de treino e experimental.

Os valores apresentados na figura 8, referentes aos índices de fadiga do MND revelam diferenças significativas apenas nos RE do grupo experimental entre o início e as 16 semanas. Porém, as diferenças significativas dos grupos experimentais e de treino para o grupo de controlo existem apenas nos RE.

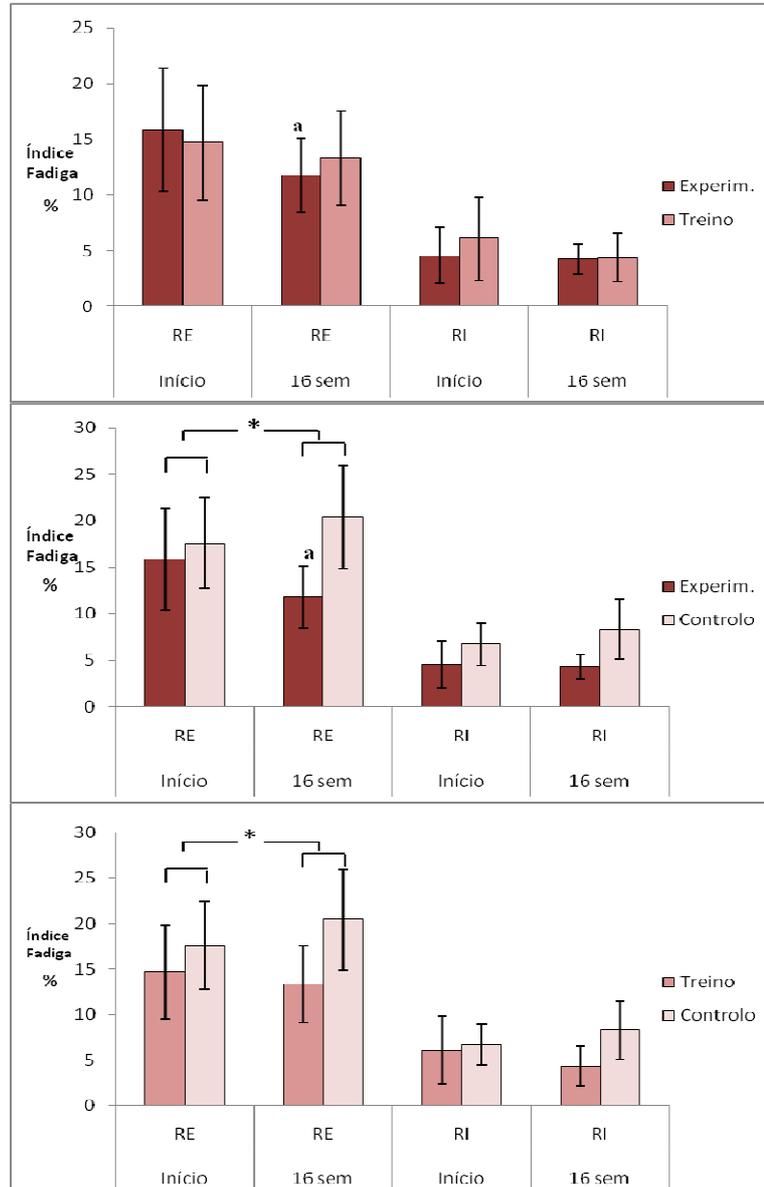


Figura 8 – Efeitos do treino de força compensatório nos Índices de Fadiga do Membro não Dominante. Comparações intra e entre grupos.

a - Diferenças significativas intra grupo entre o início e 16 semanas

* - Diferenças significativas entre grupos

3. Efeitos do destreino relativo ao programa de treino compensatório na força e fadiga dos rotadores dos ombros e respectivos 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 16 semanas, comparando os resultados intra e entre grupos.

Nas avaliações efectuadas com o protocolo de 3 repetições a 60°/s, quer no MD quer no MND, a que se reportam os quadros 13 e 14, é de realçar o facto da existência de uma diminuição do valor dos rácios RE/RI no grupo experimental (-7.69% no MD e -9.7% no MND), relativamente ao final do período de treino, com diferenças significativas intra-grupo. Não existem, porém, diferenças entre grupo experimental e de treino em nenhuma das variáveis.

Quadro 13 – Efeitos do destreino relativo ao treino compensatório nos *Peak-torques* (Nm) das rotações internas e externas do braço dominante e respectivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 60°/s. Resultados do fim da intervenção e após 16 semanas.

		Membro Dominante – 60°/s					
		G. Experimental		G. Treino		G. Controlo	
16 semanas (média ± DP)	RE	32.50 ± 6.61 ^{a b}		27.33 ± 3.71 ^{a c}		23.76 ± 3.99 ^{b c}	
	RI	38.53 ± 7.92 ^b		39.56 ± 5.51 ^c		24.90 ± 4.29 ^{b c}	
	Rácio	84.35 ± 12.12 ^{a b}		73.74 ± 12.82 ^{a c}		95.42 ± 11.21 ^{b c}	
32 semanas (média ± DP)	RE	32.06 ± 5.81		30.39 ± 4.57 [*]		26.28 ± 3.66	
	RI	41.82 ± 8.38 [*]		42.53 ± 6.90 [*]		26.60 ± 3.87	
	Rácio	76.66 ± 13.86 [*]		71.46 ± 15.40		98.80 ± 12.80	
Alterações entre 16 ^a e 32 ^a semanas Média (95% IC)	RE	-0.45 (-2.39 a 1.82)		3.07 (1.89 a 5.08)		2.53 (-1.13 a 4.88)	
	RI	3.29 (0.45 a 7.02)		2.97 (1.27 a 5.03)		1.69 (-1.54 a 4.92)	
	Rácio	-7.69 (-13.26 a -1.82)		-2.28 (-6.45 a 3.24)		3.38 (-5.59 a 12.46)	
		Exp. vs Treino	<i>p</i>	Exp. vs Controlo	<i>p</i>	Treino vs Controlo	<i>p</i>
Efeito destreino Média (95% IC)	RE	-3.51 (-6.28 a -1.45)	.793	-2.98 (-7.16 a 0.07)	.567	0.54 (-3.34 a 4.31)	.450
	RI	0.32 (-3.1 a 4.04)	1.000	1.69 (-2.31 a 4.26)	.022	1.28 (-2.93 a 5.99)	.026
	Rácio	-5.41 (-13.11 a 1.87)	.994	-11.07 (-19.03 a 1.23)	.002	-5.66 (-16.63 a 6.41)	.037

p – análise de variância para medidas repetidas ajustadas ao valor de 16 semanas para comparação entre grupos no final das 32 semanas

^{*} Diferenças significativas intra grupo entre 16 semanas e 32 semanas

^a Diferenças significativas nas 16 semanas entre G. Experimental e G. Treino

^b Diferenças significativas nas 16 semanas entre G. Experimental e G. Controlo

^c Diferenças significativas nas 16 semanas entre G. Treino e G. Controlo

Quadro 14 – Efeitos do destreino relativo ao treino compensatório nos *Peak-torques* (Nm) das rotações internas e externas do braço não dominante e respectivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 60°/s. Resultados do fim da intervenção e após 16 semanas.

Membro Não Dominante – 60°/s							
		G. Experimental		G. Treino		G. Controlo	
16 semanas (média ± DP)	RE	29.91 ± 4.84 ^{ab}		25.94 ± 3.78 ^a		22.28 ± 4.51 ^b	
	RI	37.63 ± 8.32 ^b		37.71 ± 8.72 ^c		22.87 ± 6.82 ^{b,c}	
	Rácio	79.48 ± 13.5 ^a		68.79 ± 10.67 ^{a,c}		97.42 ± 12.91 ^c	
32 semanas (média ± DP)	RE	29.14 ± 5.76		29.44 ± 8.03 [*]		24.31 ± 3.07	
	RI	41.76 ± 8.50 [*]		39.87 ± 7.94		26.52 ± 3.28 [*]	
	Rácio	69.78 ± 9.50 [*]		73.84 ± 20.41		91.67 ± 11.81 [*]	
Alterações entre 16 ^a e 32 ^a semanas Média (95% IC)	RE	-0.77 (-2.4 a 0.87)		3.5 (0.23 a 6.43)		2.03 (0.26 a 3.9)	
	RI	4.14 (2.06 a 6.73)		2.15 (-0.06 a 4.62)		3.64 (0.17 a 6.82)	
	Rácio	-9.7 (-17.76 a 1.35)		5.05 (-4.3 a 12.79)		-5.75 (-16.49 a 5.99)	
		Exp. vs Treino	<i>p</i>	Exp. vs Controlo	<i>p</i>	Treino vs Controlo	<i>p</i>
Efeito destreino Média (95% IC)	RE	-4.26 (-7.39 a -1.14)	.540	-2.8 (-5.02 a -0.01)	.405	1.47 (-2.43 a 4.37)	.075
	RI	1.99 (-2.28 a 5.35)	1.000	0.5 (-3.43 a 4.2)	.003	-1.49 (-4.76 a 2.32)	.010
	Rácio	-14.25 (-22.21 a -4.2)	.331	-3.95 (-12.93 a 4.23)	.001	10.8 (-7.32 a 26.28)	.009

p – análise de variância para medidas repetidas ajustadas ao valor de 16 semanas para comparação entre grupos no final das 32 semanas

^{*} Diferenças significativas intra grupo entre 16 semanas e 32 semanas

^a Diferenças significativas nas 16 semanas entre G. Experimental e G. Treino

^b Diferenças significativas nas 16 semanas entre G. Experimental e G. Controlo

^c Diferenças significativas nas 16 semanas entre G. Treino e G. Controlo

Os resultados relativos ao protocolo de avaliação realizado a 180°/s mostram uma diminuição dos valores dos rácios RE/RI (-4.9% no MD e -3.25% no MND) durante o período de destreino (das 16 para as 32 semanas) no grupo experimental.

As diferenças significativas encontradas entre grupos dizem respeito a todas as variáveis entre os grupos experimental e de treino para com o grupo de controlo, com exceção dos valores das RE no MD (quadros 15 e 16).

Quadro 15 – Efeitos do destreino relativo ao treino compensatório nos *Peak-torques* (Nm) das rotações internas e externas do braço dominante e respectivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 180°/s. Resultados do fim da intervenção e após 16 semanas.

Membro Dominante – 180°/s							
		G. Experimental		G. Treino		G. Controlo	
16 semanas (média ± DP)	RE	28.89 ± 5.15 ^{ab}		24.76 ± 3.42 ^{ac}		21.49 ± 2.62 ^{bc}	
	RI	37.29 ± 6.97 ^b		36.06 ± 6.49 ^c		21.69 ± 5.46 ^{bc}	
	Rácio	77.47 ± 10.41 ^{ab}		68.66 ± 9.31 ^{ac}		99.08 ± 17.76 ^{bc}	
32 semanas (média ± DP)	RE	28.39 ± 4.88		28.22 ± 4.54 [*]		23.64 ± 3.48	
	RI	38.69 ± 7.23		38.11 ± 6.01		24.65 ± 4.45 [*]	
	Rácio	73.38 ± 14.22		74.05 ± 12.70 [*]		95.90 ± 12.79	
Alterações entre 16 ^a e 32 ^a semanas Média (95% IC)	RE	-0.5 (-1.42 a 0.62)		3.46 (2.31 a 4.82)		2.15 (0.93 a 3.46)	
	RI	1.4 (-0.91 a 3.11)		2.05 (-0.19 a 4.32)		2.96 (0.01 a 5.61)	
	Rácio	-4.09 (-9.41 a 1.83)		5.39 (0.07 a 9.14)		-4.18 (-13.34 a 8.41)	
		Exp. vs Treino	<i>p</i>	Exp. vs Controlo	<i>p</i>	Treino vs Controlo	<i>p</i>
Efeito destreino Média (95% IC)	RE	-3.96 (-5.21 a -2.12)	.086	-2.65 (-4.21 a -0.29)	.717	1.31 (-1.21 a 4.93)	.243
	RI	-0.65 (-3.43 a 2.96)	1.000	1.56 (-1.92 a 4.18)	.002	-0.91 (-3.81 a 2.69)	.003
	Rácio	-9.48 (-14.15 a -3.01)	.932	0.09 (-11.35 a 9.03)	.043	9.57 (-2.7 a 19.83)	.026

p – análise de variância para medidas repetidas ajustadas ao valor de 16 semanas para comparação entre grupos no final das 32 semanas

^{*} Diferenças significativas intra grupo entre 16 semanas e 32 semanas

^a Diferenças significativas nas 16 semanas entre G. Experimental e G. Treino

^b Diferenças significativas nas 16 semanas entre G. Experimental e G. Controlo

^c Diferenças significativas nas 16 semanas entre G. Treino e G. Controlo

Quadro 16 – Efeitos do destreino relativo ao treino compensatório nos *Peak-torques* (Nm) das rotações internas e externas do braço não dominante e respectivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 180°/s. Resultados do início da intervenção e após 16 semanas.

Membro Não Dominante – 180°/s							
		G. Experimental		G. Treino		G. Controlo	
16 semanas (média ± DP)	RE	25.65 ± 4.99 ^a		24.98 ± 4.15 ^b		19.80 ± 3.47 ^{a b}	
	RI	35.50 ± 7.23 ^a		33.83 ± 7.77 ^b		21.31 ± 6.46 ^{a b}	
	Rácio	72.25 ± 10.09 ^a		73.84 ± 9.78 ^b		92.91 ± 23.20 ^{a b}	
32 semanas (média ± DP)	RE	25.72 ± 4.70		25.95 ± 4.52		22.71 ± 3.42 [*]	
	RI	37.27 ± 6.65		37.07 ± 6.83 [*]		24.93 ± 4.59 [*]	
	Rácio	69.00 ± 9.67		70.00 ± 10.40		91.10 ± 14.65	
Alterações entre 16 ^a e 32 ^a semanas Média (95% IC)	RE	0.07 (-1.28 a 1.23)		0.98 (-0.27 a 2.92)		2.91 (1.34 a 4.23)	
	RI	1.77 (-0.58 a 4.11)		3.24 (1.84 a 5.99)		3.62 (0.15 a 7.1)	
	Rácio	-3.25 (-7.29 a 0.25)		-3.84 (-8.32 a 3.45)		-1.81 (-15.76 a 12.45)	
		Exp. vs Treino	<i>p</i>	Exp. vs Controlo	<i>p</i>	Treino vs Controlo	<i>p</i>
Efeito destreino Média (95% IC)	RE	-0.9 (-2.54 a 1.43)	1.000	-2.84 (-5.67 a -0.23)	.005	-1.93 (-0.11 a 4.58)	.009
	RI	-1.47 (-4.79 a 1.14)	.872	-1.85 (-5.08 a 2.09)	.001	-0.38 (-3.29 a 3.01)	.015
	Rácio	0.59 (-6.53 a 8.28)	.928	-1.44 (-11.23 a 15.51)	.002	-2.03 (-14.03 a 9.78)	.001

p – análise de variância para medidas repetidas ajustadas ao valor de 16 semanas para comparação entre grupos no final das 32 semanas

^{*} Diferenças significativas intra grupo entre 16 semanas e 32 semanas

^a Diferenças significativas nas 16 semanas entre G. Experimental e G. Controlo

^b Diferenças significativas nas 16 semanas entre G. Treino e G. Controlo

Nos resultados relativos aos índices de fadiga do MD existiu um aumento significativo dos RE no grupo experimental das 16 para as 32 semanas. Relativamente

a diferenças significativas entre grupos, apenas se registaram ao nível dos RE e entre o grupo de controlo e os restantes (figura 9).

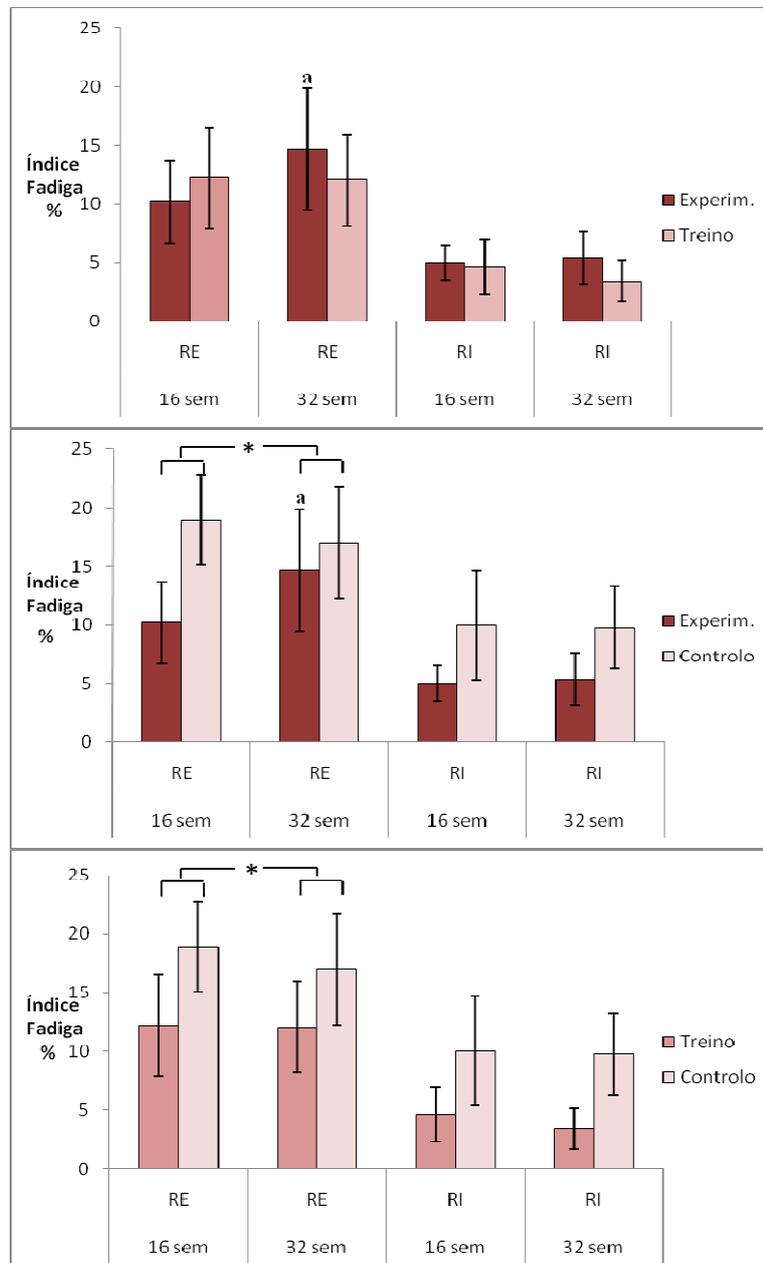


Figura 9 – Efeitos do destreino nos Índices de Fadiga do Membro Dominante. Comparações intra e entre grupos.

a - Diferenças significativas intra grupo entre 16 e 32 semanas ($p < .05$)

* - Diferenças significativas entre grupos ($p < .05$)

Como podemos observar na figura 10, os índices de fadiga da RE do MND, à semelhança do que aconteceu com o MD, aumentaram durante o período de destreino no grupo experimental, no entanto com valores não significativos nas comparações intra e entre grupos.

Os resultados com diferenças estatisticamente significativas dizem respeito apenas a diferenças nos RI entre o grupo de controlo com os restantes, contrariamente com o que aconteceu no MD, onde as diferenças existiam apenas nos RE.

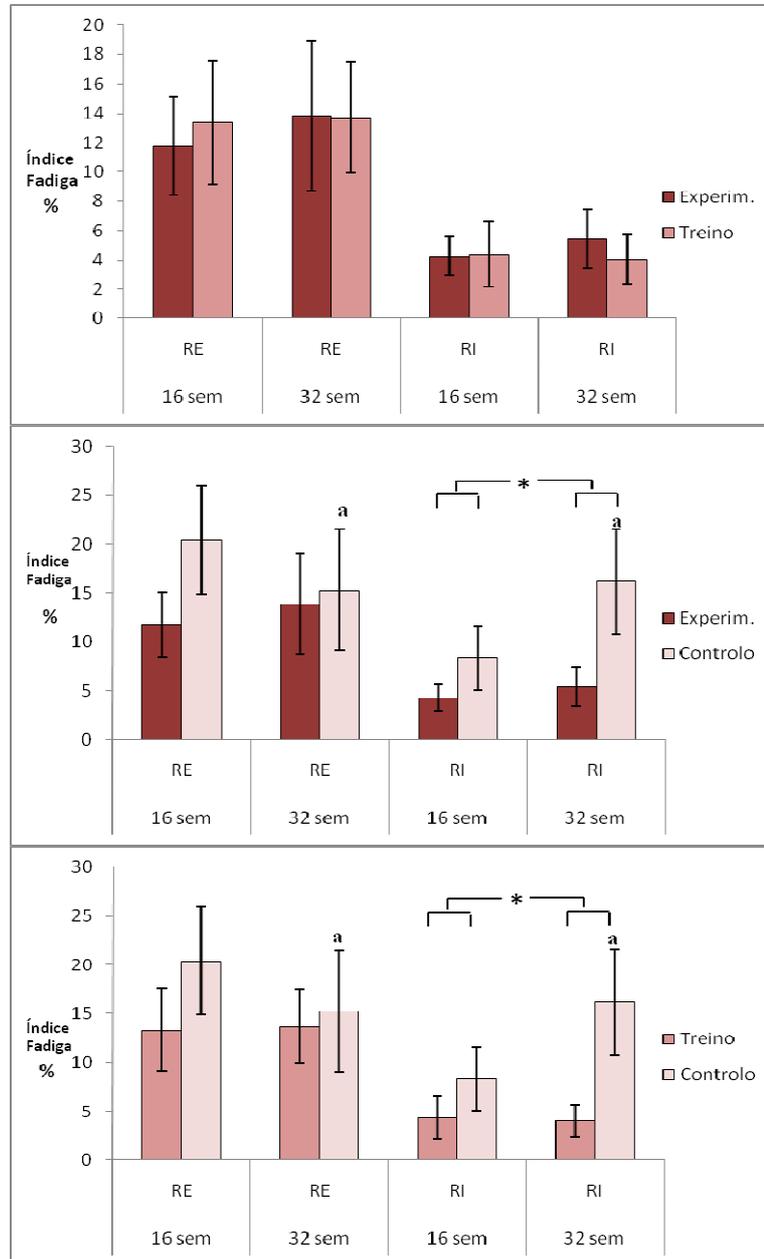


Figura 10 – Efeitos do destreino nos Índices de Fadiga do Membro não Dominante. Comparações intra e entre grupos.

a - Diferenças significativas intra grupo entre 16 e 32 semanas

* - Diferenças significativas entre grupos

3.1. Comparação entre os valores do final do período de destreino e de início da época desportiva

Nos quadros 17 e 18 encontram-se os resultados dos diferentes grupos, recolhidos no início da época desportiva em comparação com os do final da mesma, após as 32 semanas.

Quadro 17 – Resultados dos *Peak-torques* (Nm) das rotações internas e externas do braço dominante e respectivos rácios RE/RI (%) no início e final da época, à velocidade angular de 60°/s.

		Membro Dominante – 60°/s					
		G. Experimental		G. Treino		G. Controlo	
Início (média ± DP)	RE	28.61 ± 5.86 ^a		26.36 ± 4.56 ^b		23.19 ± 4.38 ^{a,b}	
	RI	35.90 ± 7.71 ^a		33.20 ± 8.13 ^b		24.02 ± 5.04 ^{a,b}	
	Rácio	79.69 ± 12.76 ^a		79.39 ± 15.4 ^b		96.54 ± 14.82 ^{a,b}	
32 semanas (média ± DP)	RE	32.06 ± 5.81 [*]		30.39 ± 4.57 [*]		26.28 ± 3.66	
	RI	41.82 ± 8.38 [*]		42.53 ± 6.90 [*]		26.60 ± 3.87	
	Rácio	76.66 ± 13.86		71.46 ± 15.40 [*]		98.80 ± 12.80	
Alterações entre o início e 32 semanas Média (95% IC)	RE	3.45 (0.72 a 5.52)		4.03 (1.62 a 6.65)		3.09 (0.21 a 5.76)	
	RI	5.92 (3.87 a 7.99)		9.33 (6.43 a 11.18)		2.58 (-0.23 a 6.21)	
	Rácio	-3.03 (-9.3 a 3.25)		-7.93 (-12.24 a -1.93)		2.26 (-7.91 a 12.34)	
Efeito do treino Média (95% IC)	RE	-0.58 (-4.61 a 2.56)	.987	0.36 (-3.5 a 4.09)	.147	0.94 (-3.34 a 5.13)	.259
	RI	-3.41 (-7.67 a 0.87)	.452	3.34 (-1.91 a 8.05)	.001	6.75 (2.87 a 9.24)	.006
	Rácio	4.9 (-3.64 a 13.13)	.656	-5.29 (-16.41 a 6.91)	.008	-10.19 (-22.58 a 6.2)	.000

p – análise de variância para medidas repetidas ajustadas ao valor de início para comparação entre grupos

^{*} Diferenças significativas intra grupo entre início das avaliações e 32 semanas

^a Diferenças significativas no início entre G. Experimental e G. Controlo

^b Diferenças significativas no início entre G. Treino e G. Controlo

Podemos verificar que nos resultados das avaliações realizadas a 60°/s, quer no MD (quadro 17) quer no MND (quadro 18), existem diferenças intra-grupos entre o início da época e as 32 semanas, nos valores de RE e RI dos grupos experimental e de treino. Em ambos existiram aumentos significativos. No caso do grupo de treino e controlo existiu também uma diminuição significativa dos valores dos rácios unilaterais (no MD e MND respetivamente).

Quadro 18 – Resultados dos *Peak-torques* (Nm) das rotações internas e externas do braço não dominante e respectivos rácios RE/RI (%) no início e final da época, à velocidade angular de 60°/s.

		Membro Não Dominante – 60°/s					
		G. Experimental		G. Treino		G. Controlo	
Início (média ± DP)	RE	25.57 ± 5.10		24.83 ± 4.49		22.38 ± 4.90	
	RI	35.47 ± 8.63 ^a		33.30 ± 10.46 ^b		22.56 ± 5.28 ^{a b}	
	Rácio	72.09 ± 7.82 ^a		74.56 ± 18.66 ^b		99.20 ± 14.91 ^{a b}	
32 semanas (média ± DP)	RE	29.14 ± 5.76 [*]		29.44 ± 8.03 [*]		24.31 ± 3.07	
	RI	41.76 ± 8.50 [*]		39.87 ± 7.94 [*]		26.52 ± 3.28	
	Rácio	69.78 ± 9.50		73.84 ± 20.41		91.67 ± 11.81 [*]	
Alterações entre o início e 32 semanas Média (95% IC)	RE	3.58 (1.27 a 5.02)		4.61 (0.87 a 7.87)		1.93 (-0.25 a 4.78)	
	RI	6,29 (3.23 a 9.42)		6.56 (2.12 a 10.14)		3.96 (1.17 a 6.34)	
	Rácio	-2.31 (-8.09 a 2.25)		-0.72 (-11.29 a 9.86)		-7.53 (-16.12 a 2.18)	
		Exp. vs Treino	<i>p</i>	Exp. vs Controlo	<i>p</i>	Treino vs Controlo	<i>p</i>
Efeito do treino Média (95% IC)	RE	-1.03 (-4.81 a 3.34)	.995	1.65 (-1,23 a 4.48)	.030	2.68 (-2.84 a 7.29)	.044
	RI	-0.27 (-5.23 a 5.33)	1.000	2.33 (-1.43 a 5.89)	.002	2.7 (-2.98 a 6.43)	.003
	Rácio	-1.59 (-12.51 a 11.75)	1.000	5.22 (-7.45 a 16.18)	.036	6.81 (-8.72 a 20.95)	.134

p – análise de variância para medidas repetidas ajustadas ao valor de início para comparação entre grupos

^{*} Diferenças significativas intra grupo entre início das avaliações e 32 semanas

^a Diferenças significativas no início entre G. Experimental e G. Controlo

^b Diferenças significativas no início entre G. Treino e G. Controlo

No caso das avaliações de força efectuadas no protocolo de 20 repetições a 180°/s no MD (quadro 19), tal como aconteceu nos resultados anteriores, as diferenças significativas intra-grupos aconteceram no grupos experimental e de treino, apenas nos valores de RE e RI, os quais aumentaram significativamente. Porém não se registaram diferenças entre os grupos mencionados.

No que respeita aos resultados do MND (quadro 20), no grupo experimental (intra-grupo) apenas existiram diferenças entre o início da época e as 32 semanas nos valores referentes à RE, os quais são significativamente superiores (3.56Nm). Na análise intra-grupo para o grupo de treino, todas as variáveis apresentaram diferenças estatisticamente significativas durante o mesmo período. O grupo de controlo apresenta uma tendência diferente dos resultados anteriores, uma vez que revelou diferenças intra-grupo significativas quer na rotação externa quer na rotação interna. As diferenças entre grupos cingiram-se aos rotadores internos e rácios unilaterais entre o grupo de controlo e os restantes.

Quadro 19 – Resultados dos *Peak-torques* (Nm) das rotações internas e externas do braço dominante e respectivos rácios RE/RI (%) no início e final da época, à velocidade angular de 180°/s.

Membro Dominante – 180°/s							
		G. Experimental		G. Treino		G. Controlo	
Início (média ± DP)	RE	24.29 ± 4.06		22.98 ± 4.07		21.75 ± 5.22	
	RI	32.97 ± 7.31 ^a		29.83 ± 8.39 ^b		21.59 ± 4.90 ^{a b}	
	Rácio	73.67 ± 5.86 ^a		77.04 ± 12.99 ^b		100.74 ± 21.98 ^{a b}	
32 semanas (média ± DP)	RE	28.39 ± 4.88 [*]		28.22 ± 4.54 [*]		23.64 ± 3.48	
	RI	38.69 ± 7.23 [*]		38.11 ± 6.01 [*]		24.65 ± 4.45	
	Rácio	73.38 ± 14.22		74.05 ± 12.70		95.90 ± 12.79	
Alterações entre o início e 32 semanas Média (95% IC)	RE	4.1 (2.59 a 5.6)		5.24 (2.12 a 8.36)		1.89 (-1.87 a 5.34)	
	RI	5.73 (2.22 a 8.28)		8.27 (4.12 a 10.26)		3.06 (-0.2 a 6.31)	
	Rácio	-0.29 (-7.36 a 8.47)		-2.99 (-9.76 a 3.21)		-4.84 (-17.34 a 10.01)	
		Exp. vs Treino	<i>p</i>	Exp. vs Controlo	<i>p</i>	Treino vs Controlo	<i>p</i>
Efeito do treino Média (95% IC)	RE	-1.15 (-3.25 a 1.12)	1.000	2.21 (-1.22 a 6.87)	.007	3.35 (-1.24 a 8.32)	.009
	RI	-2.55 (-7.87 a 2.87)	1.000	2.67 (-1.45 a 6.88)	.001	5.21 (0.52 a 9.26)	.001
	Rácio	2.7 (-7.25 a 11.43)	.984	4.55 (-12.21 a 20.32)	.001	1.85 (-13.1 a 16.91)	.000

p – análise de variância para medidas repetidas ajustadas ao valor de início para comparação entre grupos

^{*} Diferenças significativas intra grupo entre início das avaliações e 32 semanas

^a Diferenças significativas no início entre G. Experimental e G. Controlo

^b Diferenças significativas no início entre G. Treino e G. Controlo

Quadro 20 – Resultados dos *Peak-torques* (Nm) das rotações internas e externas do braço não dominante e respectivos rácios RE/RI (%) no início e final da época, à velocidade angular de 180°/s.

Membro Não Dominante – 180°/s							
		G. Experimental		G. Treino		G. Controlo	
Início (média ± DP)	RE	22.16 ± 4.09		22.00 ± 3.70		20.07 ± 3.49	
	RI	34.09 ± 8.17 ^a		29.80 ± 8.27 ^b		21.40 ± 5.69 ^{a b}	
	Rácio	65.00 ± 12.04 ^a		73.83 ± 13.68 ^b		93.79 ± 18.67 ^{a b}	
32 semanas (média ± DP)	RE	25.72 ± 4.70 [*]		25.95 ± 4.52 [*]		22.71 ± 3.42 [*]	
	RI	37.27 ± 6.65		37.07 ± 6.83 [*]		24.93 ± 4.59 [*]	
	Rácio	69.00 ± 9.67		70.00 ± 10.40 [*]		91.10 ± 14.65	
Alterações entre o início e 32 semanas Média (95% IC)	RE	3.56 (2.09 a 5.04)		3.95 (2.43 a 5.43)		2.64 (0.45 a 4.87)	
	RI	3.17 (-0.18 a 5.94)		7.27 (4.39 a 10.18)		3.52 (1.02 a 6.16)	
	Rácio	4 (-2.65 a 10.54)		-3.88 (-9.2 a 1.2)		-2.69 (-15.65 a 10.22)	
		Exp. vs Treino	<i>p</i>	Exp. vs Controlo	<i>p</i>	Treino vs Controlo	<i>p</i>
Efeito do treino Média (95% IC)	RE	-0.39 (-2.56 a 1.77)	1.000	0.92 (-2.52 a 3.84)	.128	1.31 (-1.75 a 4.21)	.120
	RI	-4.09 (-7.73 a 0.75)	.881	-0.35 (-4.76 a 3.32)	.010	3.75 (1.09 a 6.67)	.000
	Rácio	7.88 (-0.26 a 15.31)	.994	6.69 (-6.37 a 17.42)	.001	1.19 (-11.54 a 9.19)	.002

p – análise de variância para medidas repetidas ajustadas ao valor de início para comparação entre grupos

^{*} Diferenças significativas intra grupo entre início das avaliações e 32 semanas

^a Diferenças significativas no início entre G. Experimental e G. Controlo

^b Diferenças significativas no início entre G. Treino e G. Controlo

Com base nos resultados dos índices de fadiga para o MD (figura 11) podemos verificar que existe uma tendência para os mesmos se manterem com valores relativamente próximos comparando o início da época desportiva com o final da mesma, não existindo diferenças entre e intra-grupos.

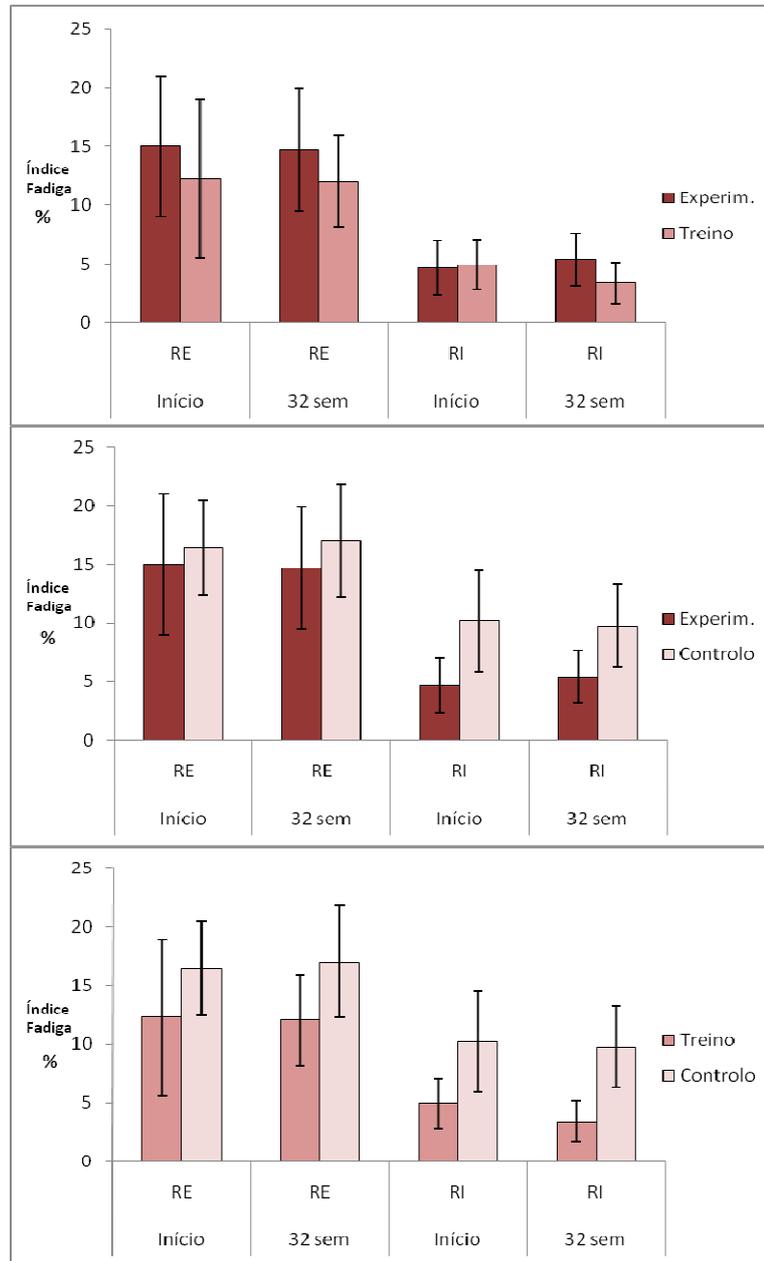


Figura 11 – Comparação dos Índices de Fadiga entre o início e final da época no Membro Dominante.

Os resultados dos índices de fadiga do MND (figura 12) são muito semelhantes aos do MD no que diz respeito às diferenças intra-grupo, com a exceção dos valores da rotação interna do grupo de controlo, onde se verificou um aumento relevante no período considerado. Já nas diferenças entre grupos, foram significativas entre grupo de controlo e os restantes mas apenas na rotação interna, sendo significativamente superiores no primeiro.

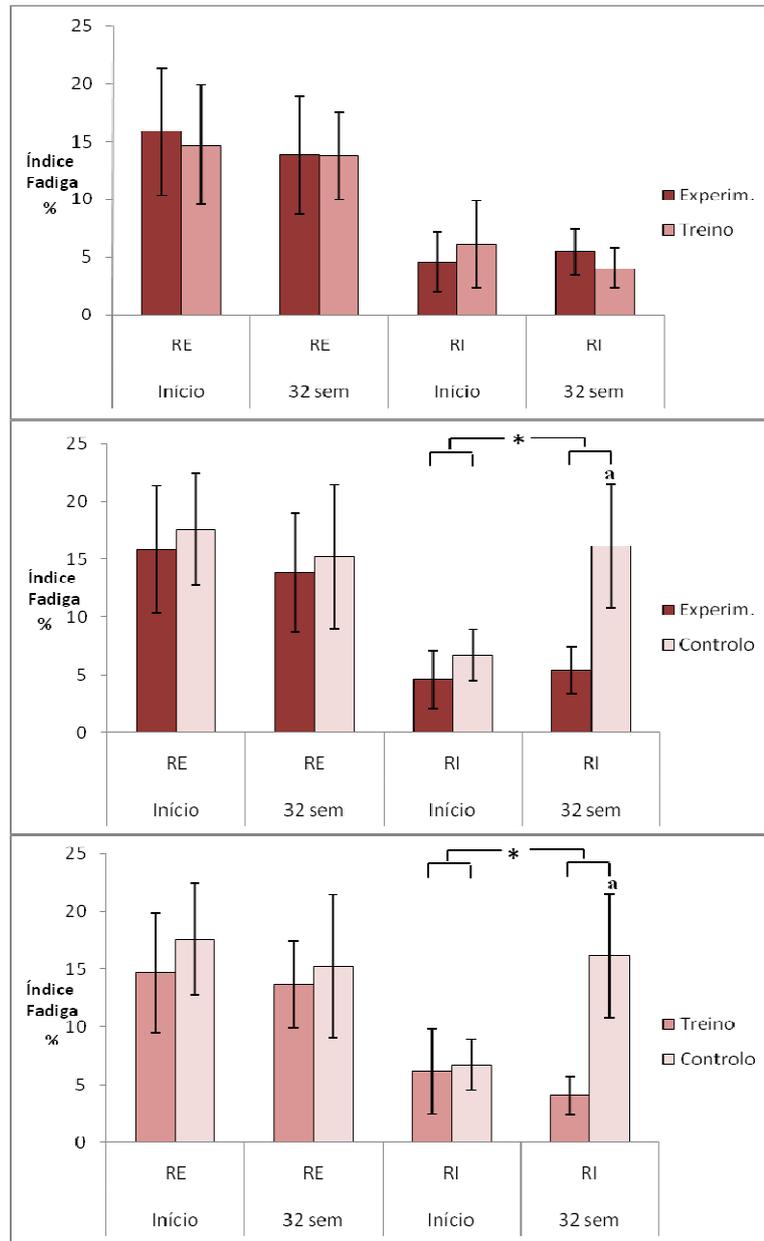


Figura 12 – Comparação dos Índices de Fadiga entre o início e final da época no Membro não Dominante.

a - Diferenças significativas intra grupo do início para as 32 semanas

* - Diferenças significativas entre grupos

4. Avaliação da influência do treino aquático na força e fadiga dos músculos agonistas e antagonistas implicados na rotação do ombro, comparando três momentos distintos da época desportiva

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 da época desportiva.

Quadro 21 – Efeito do treino aquático nos *Peak-torques* (Nm) das rotações internas e externas do braço dominante e respectivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 60°/s. Resultados do início da intervenção, após 16 e 32 semanas.

		Membro Dominante – 60°/s					
		G. Treino		G. Controlo			
Início (média ± DP)	RE	26.36 ± 4.56		23.19 ± 4.38			
	RI	33.20 ± 8.13		24.02 ± 5.04			
	Rácio	79.39 ± 15.4		96.54 ± 14.82			
16 semanas (média ± DP)	RE	27.33 ± 3.71		23.76 ± 3.99			
	RI	39.56 ± 5.51 ^a		24.90 ± 4.29			
	Rácio	73.74 ± 12.82 ^a		95.42 ± 11.21			
32 semanas (média ± DP)	RE	30.39 ± 4.57 ^{bc}		26.28 ± 3.66			
	RI	42.53 ± 6.90 ^{bc}		26.60 ± 3.87			
	Rácio	71.46 ± 15.40 ^c		98.80 ± 12.80			
Alterações de início a 16 s Média (95% IC)	RE	0.97 (-3.13 a 2.08)		0.57 (-1.67 a 1.81)			
	RI	6.36 (2.76 a 8.97)		0.88 (-1.08 a 3.14)			
	Rácio	-5.65 (-12.43 a 1.13)		-1.12 (-7.9 a 5.66)			
Alterações de 16 a 32 s Média (95% IC)	RE	3.07 (1.89 a 5.08)		2.53 (-1.13 a 4.88)			
	RI	2.97 (1.27 a 5.03)		1.69 (-1.54 a 4.92)			
	Rácio	-2.28 (-6.45 a 3.24)		3.38 (-5.59 a 12.46)			
Alterações de início a 32 s Média (95% IC)	RE	4.03 (1.62 a 6.65)		3.09 (0.21 a 5.76)			
	RI	9.33 (6.43 a 11.18)		2.58 (-0.23 a 6.21)			
	Rácio	-7.93 (-12.24 a -1.93)		2.26 (-7.91 a 12.34)			
Efeito do treino Média (95% IC)		Início-16s	<i>p</i>	16-32s	<i>p</i>	Início-32s	<i>p</i>
	RE	0.4 (-2.86 a 4.21)	.894	0.54 (-3.34 a 4.31)	.450	0.94 (-3.34 a 5.13)	.259
	RI	5.47 (-3.5 a 13.45)	.002	1.28 (-2.93 a 5.99)	.026	6.75 (2.87 a 9.24)	.006
	Rácio	-4.53 (-7.23 a 9.82)	.000	-5.66 (-16.63 a 6.41)	.037	-10.19 (-22.58 a 6.2)	.000

p – análise de variância para medidas repetidas ajustadas ao valor de início para comparação entre grupos

^a Diferenças significativas intra grupo entre início e 16 semanas

^b Diferenças significativas intra grupo entre 16 e 32 semanas

^c Diferenças significativas intra grupo entre início e 32 semanas

O que se verifica através da análise dos resultados das avaliações efectuadas no protocolo de 3 repetições a 60°/s (quadros 21 e 22) é um efeito do treino com diferenças estatisticamente significativas ao nível dos RI e consequentemente nos rácios RE/RI, o que se aplica a MD e MND. Esta tendência verifica-se ao longo de toda a época desportiva.

Quadro 22 – Efeito do treino aquático nos *Peak-torques* (Nm) das rotações internas e externas do braço não dominante e respectivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 60°/s. Resultados do início da intervenção, após 16 e 32 semanas.

		Membro Não Dominante – 60°/s					
		G. Treino		G. Controlo			
Início (média ± DP)	RE	24.83 ± 4.49		22.38 ± 4.90			
	RI	33.30 ± 10.46		22.56 ± 5.28			
	Rácio	74.56 ± 18.66		99.20 ± 14.91			
16 semanas (média ± DP)	RE	25.94 ± 3.78		22.28 ± 4.51			
	RI	37.71 ± 8.72 ^a		22.87 ± 6.82			
	Rácio	68.79 ± 10.67 ^a		97.42 ± 12.91			
32 semanas (média ± DP)	RE	29.44 ± 8.03 ^{bc}		24.31 ± 3.07			
	RI	39.87 ± 7.94 ^c		26.52 ± 3.28 ^b			
	Rácio	73.84 ± 20.41		91.67 ± 11.81 ^b			
Alterações de início a 16 s Média (95% IC)	RE	1.11 (-0.49 a 2.12)		-0.1 (-2.15 a 1.98)			
	RI	4.41 (0.5 a 7.81)		0.32 (-2.04 a 3.02)			
	Rácio	-5.77 (-12.93 a 2.38)		-1.78 (-12.34 a 9.19)			
Alterações de 16 a 32 s Média (95% IC)	RE	3.5 (0.23 a 6.43)		2.03 (0.26 a 3.9)			
	RI	2.15 (-0.06 a 4.62)		3.64 (0.17 a 6.82)			
	Rácio	5.05 (-4.3 a 12.79)		-5.75 (-16.49 a 5.99)			
Alterações de início p 32 s Média (95% IC)	RE	4.61 (0.87 a 7.87)		1.93 (-0.25 a 4.78)			
	RI	6.56 (2.12 a 10.14)		3.96 (1.17 a 6.34)			
	Rácio	-0.72 (-11.29 a 9.86)		-7.53 (-16.12 a 2.18)			
Efeito do treino Média (95% IC)		Início-16s	<i>p</i>	16-32s	<i>p</i>	Início-32s	<i>p</i>
	RE	1.21 (-3.45 a 4.98)	.137	1.47 (-2.43 a 4.37)	.075	2.68 (-2.84 a 7.29)	.044
	RI	4.09 (-2.71 a 9.38)	.026	-1.49 (-4.76 a 2.32)	.010	2.7 (-2.98 a 6.43)	.003
	Rácio	-3.99 (-16.2 a 8.19)	.001	10.8 (-7.32 a 26.28)	.009	6.81 (-8.72 a 20.95)	.134

p – análise de variância para medidas repetidas ajustadas ao valor de início para comparação entre grupos

^a Diferenças significativas intra grupo entre início e 16 semanas

^b Diferenças significativas intra grupo entre 16 e 32 semanas

^c Diferenças significativas intra grupo entre início e 32 semanas

Os resultados das avaliações a 180°/s (quadros 23 e 24) mostram que a tendência se mantém, verificando-se os efeitos do treino aquático ao longo da época desportiva maioritariamente nos RI e rácios unilaterais. A única exceção diz respeito a diferenças significativas nos RE entre grupos no MND ($p = .019$), do início da época para as 16 semanas.

Quadro 23 – Efeito do treino aquático nos *Peak-torques* (Nm) das rotações internas e externas do braço dominante e respectivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 180°/s. Resultados do início da intervenção, após 16 e 32 semanas.

		Membro Dominante – 180°/s					
		G. Treino			G. Controlo		
Início (média ± DP)	RE	22.98 ± 4.07			21.75 ± 5.22		
	RI	29.83 ± 8.39			21.59 ± 4.90		
	Rácio	77.04 ± 12.99			100.74 ± 21.98		
16 semanas (média ± DP)	RE	24.76 ± 3.42			21.49 ± 2.62		
	RI	36.06 ± 6.49 ^a			21.69 ± 5.46		
	Rácio	68.66 ± 9.31 ^a			99.08 ± 17.76		
32 semanas (média ± DP)	RE	28.22 ± 4.54 ^{b,c}			23.64 ± 3.48		
	RI	38.11 ± 6.01 ^c			24.65 ± 4.45 ^b		
	Rácio	74.05 ± 12.70 ^b			95.90 ± 12.79		
Alterações de início a 16 s Média (95% IC)	RE	1.79 (0.17 a 4.06)			-0.36 (-2.13 a 2.21)		
	RI	6.23 (2.93 a 8.13)			0.1 (-2.99 a 2.25)		
	Rácio	-8.38 (-11.39 a -2.87)			-1.66 (-11.35 a 7.94)		
Alterações de 16 a 32 s Média (95% IC)	RE	3.46 (2.31 a 4.82)			2.15 (0.93 a 3.46)		
	RI	2.05 (-0.19 a 4.32)			2.96 (0.01 a 5.61)		
	Rácio	5.39 (0.07 a 9.14)			-4.18 (-13.34 a 8.41)		
Alterações de início p 32 s Média (95% IC)	RE	5.24 (2.12 a 8.36)			1.89 (-1.87 a 5.34)		
	RI	8.27 (4.12 a 10.26)			3.06 (-0.2 a 6.31)		
	Rácio	-2.99 (-9.76 a 3.21)			-4.84 (-17.34 a 10.01)		
		Início-16s	<i>p</i>	16-32s	<i>p</i>	Início-32s	<i>p</i>
Efeito do treino Média (95% IC)	RE	2.04 (-2.21 a 5.32)	.070	1.31 (-1.21 a 4.93)	.717	3.35 (-1.24 a 8.32)	.009
	RI	6.13 (0.21 a 11.21)	.000	-0.91 (-3.81 a 2.69)	.002	5.21 (0.52 a 9.26)	.001
	Rácio	-6.72 (-16.14 a 4.76)	.001	9.57 (-2.7 a 19.83)	.043	1,85 (-13.1 a 16.91)	.000

p – análise de variância para medidas repetidas ajustadas ao valor de início para comparação entre grupos

^a Diferenças significativas intra grupo entre início e 16 semanas

^b Diferenças significativas intra grupo entre 16 e 32 semanas

^c Diferenças significativas intra grupo entre início e 32 semanas

Quadro 24 – Efeito do treino aquático nos *Peak-torques* (Nm) das rotações internas e externas do braço não dominante e respectivos rácios RE/RI (%) à velocidade angular de 180°/s. Resultados do início da intervenção, após 16 e 32 semanas.

Membro Não Dominante – 180°/s							
		G. Treino			G. Controlo		
Início (média ± DP)	RE	22.00 ± 3.70			20.07 ± 3.49		
	RI	29.80 ± 8.27			21.40 ± 5.69		
	Rácio	73.83 ± 13.68			93.79 ± 18.67		
16 semanas (média ± DP)	RE	24.98 ± 4.15 ^a			19.80 ± 3.47		
	RI	33.83 ± 7.77 ^a			21.31 ± 6.46		
	Rácio	73.84 ± 9.78			92.91 ± 23.20		
32 semanas (média ± DP)	RE	25.95 ± 4.52 ^c			22.71 ± 3.42 ^{bc}		
	RI	37.07 ± 6.83 ^{bc}			24.93 ± 4.59 ^{bc}		
	Rácio	70.00 ± 10.40 ^c			91.10 ± 14.65		
Alterações de início a 16 s Média (95% IC)	RE	2.98 (1.59 a 4.76)			-0.28 (-2.31 a 1.23)		
	RI	4.03 (2.08 a 7.07)			-0.1 (-2.26 a 1.96)		
	Rácio	0.01(-5.27 a 4.31)			-0.88 (-10.32 a 9.36)		
Alterações de 16 a 32 s Média (95% IC)	RE	0.98 (-0.27 a 2.92)			2.91 (1.34 a 4.23)		
	RI	3.24 (1.84 a 5.99)			3.62 (0.15 a 7.1)		
	Rácio	-3.84 (-8.32 a 3.45)			-1.81 (-15.76 a 12.45)		
Alterações de início p 32 s Média (95% IC)	RE	3.95 (2.43 a 5.43)			2.64 (0.45 a 4.87)		
	RI	7.27 (4.39 a 10.18)			3.52 (1.02 a 6.16)		
	Rácio	-3.88 (-9.2 a 1.2)			-2.69 (-15.65 a 10.22)		
Efeito do treino Média (95% IC)		Início-16s	<i>p</i>	16-32s	<i>p</i>	Início-32s	<i>p</i>
	RE	3.26 (1.37 a 6.32)	.019	-1.93 (-0.11 a 4.58)	.009	1.31 (-1.75 a 4.21)	.120
	RI	4.13 (1.91 a 6.38)	.001	-0.38 (-3.29 a 3.01)	.015	3.75 (1.09 a 6.67)	.000
	Rácio	0.89 (-8.94 a 11.22)	.113	-2.03 (-14.03 a 9.78)	.001	1,19 (-11.54 a 9.19)	.002

p – análise de variância para medidas repetidas ajustadas ao valor de início para comparação entre grupos

^a Diferenças significativas intra grupo entre início e 16 semanas

^b Diferenças significativas intra grupo entre 16 e 32 semanas

^c Diferenças significativas intra grupo entre início e 32 semanas

Ao nível dos índices de fadiga do MD a figura 13 mostra alguma homogeneidade nos resultados intra-grupos, não existindo diferenças significativas. Já no que respeita às diferenças estatisticamente significativas entre grupos, acontecem ao nível dos RI entre início e 16 semanas e também entre as 16 e 32 semanas. Relativamente aos RE, as diferenças entre grupos apenas se manifestaram entre o início da época e as 16 semanas.

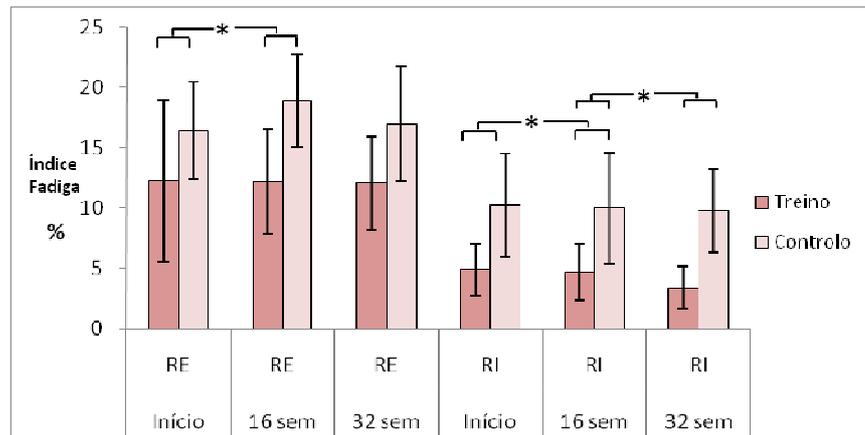


Figura 13 – Efeitos do treino aquático nos Índices de Fadiga do Membro Dominante. Comparações intra e entre grupos.

* - Diferenças significativas entre grupos

Os resultados dos índices de fadiga do MND mostram diferenças significativas entre grupos nos RE apenas entre o início da época e as 16 semanas, à semelhança do que aconteceu com o MD. Relativamente aos RI as diferenças são entre o início da época e as 32 semanas e também entre as 16 e 32 semanas. As diferenças intra-grupo cingem-se ao grupo de controlo e manifestam-se entre as 16 e as 32 semanas e também entre o início e final da época.

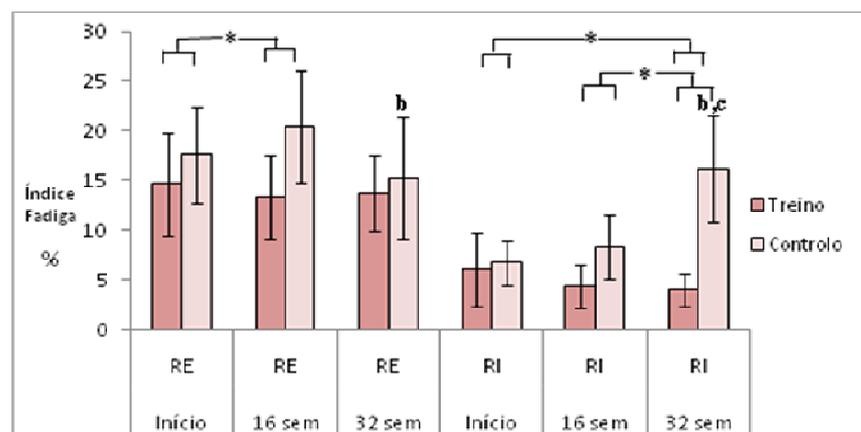


Figura 14 – Efeitos do treino aquático nos Índices de Fadiga do Membro não Dominante. Comparações intra e entre grupos.

a – Diferenças significativas intra grupo do início para as 16 semanas

b - Diferenças significativas intra grupo das 16 para as 32 semanas

c - Diferenças significativas intra grupo entre o início e 32 semanas

* - Diferenças significativas entre grupos

5. Comparação dos valores de rácios (RE/RI) entre braço dominante e não dominante, durante a evolução da época desportiva

A análise efectuada com o objectivo de identificar eventuais diferenças entre rácios do MD e MND, e no que respeita aos valores obtidos através das avaliações a 60º/s, aponta para valores com diferenças significativas no grupo experimental no início da época ($p=.003$) e após as 32 semanas ($p=.023$), sendo os valores dos rácios nos MD invariavelmente superiores ao longo de toda a época desportiva.

Quadro 25 – Comparação dos rácios RE/RI entre membro dominante e não dominante ao longo da época desportiva. Resultados obtidos com o protocolo de 3 repetições a 60º/s.

		Rácios avaliados a 60º/s					
		G. Experimental		G. Treino		G. Controlo	
			<i>p</i>		<i>p</i>		<i>p</i>
Início (média ± DP)	Rácio MD	79.69 ± 12.76	.003	79.39 ± 15.4	.512	96.54 ± 14.82	.653
	Rácio MND	72.09 ± 7.82*		74.56 ± 18.66		99.20 ± 14.91	
16 semanas (média ± DP)	Rácio MD	84.35 ± 12.12	.106	73.74 ± 12.82	.367	95.42 ± 11.21	.367
	Rácio MND	79.48 ± 13.51		68.79 ± 10.67		97.42 ± 12.91	
32 semanas (média ± DP)	Rácio MD	76.66 ± 13.86	.023	71.46 ± 15.40	.385	98.80 ± 12.80	.087
	Rácio MND	69.78 ± 9.50*		73.84 ± 20.41		91.67 ± 11.81	

* Diferenças significativas entre Membro dominante e Membro não dominante
p – teste t para amostras emparelhadas

Quadro 26 – Comparação dos rácios RE/RI entre membro dominante e não dominante ao longo da época desportiva. Resultados obtidos com o protocolo de 3 repetições a 180º/s.

		Rácios avaliados a 180º/s					
		G. Experimental		G. Treino		G. Controlo	
			<i>p</i>		<i>p</i>		<i>p</i>
Início (média ± DP)	Rácio MD	73.67 ± 5.86	.001	77.04 ± 12.99	.310	100.74 ± 21.98	.345
	Rácio MND	65.00 ± 12.04*		73.83 ± 13.68		93.79 ± 18.67	
16 semanas (média ± DP)	Rácio MD	77.47 ± 10.41	.051	68.66 ± 9.31	.017	99.08 ± 17.76	.510
	Rácio MND	72.25 ± 10.09		73.84 ± 9.78*		92.91 ± 23.20	
32 semanas (média ± DP)	Rácio MD	73.38 ± 14.22	.026	74.05 ± 12.70	.172	95.90 ± 12.79	.200
	Rácio MND	69.00 ± 9.67*		70.00 ± 10.40		91.10 ± 14.65	

* Diferenças significativas Membro dominante e Membro não dominante
p – teste t para amostras emparelhadas ($p<.05$)

Relativamente às diferenças entre rácios de MD e MND obtidas no protocolo de 20 repetições a 180°/s (quadro 26), os valores encontrados no grupo experimental são em tudo semelhantes aos anteriores (protocolo a 60°/s), com diferenças significativas no início e final da época desportiva. No que diz respeito ao grupo de treino, as diferenças significativas entre MD e MND aparecem apenas a meio da época (16 semanas) ($p=.017$).

CAPÍTULO V – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

1. Caracterização do perfil de força isocinética dos rotadores dos ombros no início de época e estado maturacional em cada um dos momentos de avaliação
 2. Efeitos de um período de treino compensatório na força e fadiga dos rotadores dos ombros e respectivos rácios unilaterais
 3. Efeitos do destreino relativo ao programa de treino compensatório na força e fadiga dos rotadores dos ombros e respectivos rácios unilaterais
 - 3.1. Comparação entre os valores do final do período de destreino e de início da época desportiva
 4. Avaliação da influência do treino aquático na força e fadiga dos músculos agonistas e antagonistas implicados na rotação do ombro, comparando três momentos distintos da época desportiva
 5. Comparação dos valores de rácios (RE/RI) entre braço dominante e não dominante, durante a evolução da época desportiva
 6. Limitações do estudo
-

CAPÍTULO V - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

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

Uma primeira constatação que poderemos efetuar através da análise dos resultados, a qual parece ser consensual nos autores e estudos da especialidade (Ellenbecker & Roetert, 2003; Leroux *et al.*, 1994; Rupp *et al.*, 1995; Warner *et al.*, 1990; West *et al.*, 2005), é que a capacidade de produção de força dos RI é invariavelmente superior à dos RE, seus antagonistas, traduzindo-se por valores de *PT* superiores. Nos resultados do presente estudo, em ambos os grupos e também nos dois protocolos utilizados, os valores dos RI foram sempre superiores quando comparados aos da RE. Com efeito, é um resultado esperado, se atendermos a que os grupos musculares que realizam a RI da articulação glenoumeral não só são em maior número como também são anatomicamente maiores e naturalmente com uma capacidade superior de produção de força (Dark *et al.*, 2007).

Este facto justifica o recurso aos já mencionados rácios RE/RI e a tentativa de recorrer a valores normativos dos mesmos, com vista a caracterizar a proporcionalidade da relação entre grupos musculares, neste caso específico entre RE e RI dos ombros (Ellenbecker & Roetert, 2003). Segundo os autores mencionados os rácios unilaterais caracterizam o equilíbrio muscular qualitativamente, sendo uma das variáveis importantes a caracterizar quando se pretende o diagnóstico do equilíbrio/desequilíbrio muscular de qualquer complexo articular.

Podemos constatar pela análise dos resultados que os rácios RE/RI do grupo de nadadores em ambos os protocolos utilizados e também no MD e MND, são significativamente inferiores quando comparados com os rácios RE/RI do grupo de controlo.

Se considerarmos as evidências científicas que atestam que um decréscimo ou manutenção do valor de força concêntrica dos RE, combinado com um aumento do mesmo valor dos RI, é uma característica de atletas com instabilidade na articulação glenoumeral (Leroux *et al.*, 1994; Warner *et al.*, 1990), contribuindo desta forma para um maior risco de lesão na articulação (Cingel *et al.*, 2007), podemos afirmar que o grupo de nadadores apresenta uma maior instabilidade muscular no complexo articular do ombro e conseqüentemente um maior risco de lesão.

Apesar desta evidência, e tendo por base os resultados de alguns estudos que apontam para valores normativos de rácios RE/RI entre os 66% e 75% (Cingel *et al.*, 2007; Ellenbecker & Roetert, 2003; Gulick *et al.*, 2001; Ramsi *et al.*, 2004), será precipitado concluir que o grupo de nadadores do presente estudo apresentem desequilíbrios musculares considerados de elevado risco de lesão. Não temos conhecimento da existência de valores normativos relativos a jovens nadadores. No entanto, alguns autores que utilizaram atletas com idades superiores (seniores) avançam com valores de referência semelhantes (entre os 66 e 75%), quer em nadadores e jogadores de pólo aquático (Gulick *et al.*, 2001; Ramsi *et al.*, 2004), quer em jogadores de badminton e tenistas (Cingel *et al.*, 2007; Ellenbecker & Davies, 2000; Ellenbecker & Roetert, 2003).

No presente estudo os rácios RE/RI encontrados no grupo de nadadores variaram entre os $70.11 \pm 14.57\%$ e os $77.89 \pm 15.22\%$, os quais estando próximos dos valores de referência avançados pelos autores mencionados anteriormente, são ligeiramente superiores. Este facto poderá indicar uma tendência de que nadadores mais jovens apresentem um maior equilíbrio muscular ao nível dos rotadores dos ombros, traduzido por rácios unilaterais superiores, comparativamente a atletas mais experientes e conseqüentemente com mais tempo de treino.

Relativamente aos valores de rácios RE/RI do grupo de nadadores avaliados a 60°/s (MD: $77.89\% \pm 15.22\%$; MND: $73.37\% \pm 17.26\%$) verificámos que são também um pouco superiores aos valores 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: $68.3\% \pm 12.8\%$). No entanto, convém referir que ambos os estudos mencionados avaliaram nadadores de competição (equipa universitária norte

americana e nadadores de alta competição, com idades entre os 14 e 26 anos) com a mesma velocidade angular ($60^\circ/s$) e posição do braço, mas em decúbito ventral (Beach *et al.*, 1992) e dorsal (Rupp, *et al.*, 1995).

Em relação a um estudo recente de Olivier *et al.* (2008), no qual foram avaliados 20 nadadores de alto nível (idade: 29 ± 5 anos) e 20 sedentários (idade: 27 ± 5 anos), num dinamómetro isocínético com a mesma velocidade angular ($60^\circ/s$) e posição do braço, mas na posição de decúbito ventral, os valores de rácios RE/RI (nadadores: entre 53.27% e 65.90%; sedentários: entre 74.73% e 73.90%) foram consideravelmente inferiores aos do presente estudo, para ambos os grupos.

As diferenças significativas entre grupos encontradas nos rácios unilaterais em ambas as velocidades angulares são também corroboradas por alguns autores (Noffal, 2003; Olivier *et al.*, 2008; Rupp *et al.*, 1995), os quais afirmam que os rácios RE/RI de contrações concêntricas são significativamente menores quando comparados nadadores com grupos de controlo (não atletas). Porém, um dado interessante a verificar nas diferenças mencionadas no presente estudo é que as mesmas se devem essencialmente às diferenças entre valores de força dos RI, os quais apresentam diferenças significativas entre grupos, ao contrário dos RE, onde se obtiveram valores de *PT* relativamente próximos, sendo este facto válido quer para as avaliações a $60^\circ/s$ quer a $180^\circ/s$. Estes resultados apresentam uma tendência semelhante aos reportados por Rupp *et al.* (1995) e suportam de alguma forma o pressuposto de que, em nadadores, os RI são significativamente mais fortes quando comparados com os RE, devido às repetidas contrações concêntricas a que são submetidos durante as fases propulsivas das técnicas de nado (Astrab *et al.*, 2001; Weldon & Richardson, 2001). Por outro lado os RE tornam-se proporcionalmente menos fortes que os seus antagonistas com o avançar da idade e da carreira do atleta (Ramsi *et al.*, 2004). Este facto reforça a importância da realização de treino compensatório específico, o qual deverá incidir essencialmente ao nível dos RE e estabilizadores do complexo articular do ombro.

Relativamente aos índices de fadiga, os quais segundo Ellenbecker & Davies (2000) são um meio fiável de avaliação da fadiga muscular, funcionando também como fundamentação para programas de treino e reabilitação, tal como seria

expectável, são sempre inferiores no grupo de nadadores embora sem diferenças estatisticamente significativas entre grupos.

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

Partindo do pressuposto que um decréscimo ou manutenção do valor de força concêntrica dos RE combinado com um aumento do mesmo valor dos RI dos ombros, leva a um menor valor do rácio entre ambos, contribuindo para um maior risco de lesão na articulação (Cingel *et al.*, 2007), um dos principais objectivos do presente estudo é avaliar o efeito de um programa de treino compensatório específico nos rotadores dos ombros, nomeadamente na tentativa de verificar se existe aumento dos valores do rácio RE/RI (aumentando o equilíbrio muscular entre ambos e diminuindo o risco de lesão).

Com base nos resultados encontrados, poderemos afirmar que um programa de treino compensatório com as características do que foi aplicado tem, por um lado efeitos na redução da fadiga muscular dos rotadores do ombro, por outro lado tem também efeitos positivos não só aumentando os valores de força, quer de RE quer de RI, mas também, e principalmente, reduzindo as diferenças entre ambos, que se acentuam quando se trata de um treino exclusivamente aquático (Ramsi *et al.*, 2004).

No que respeita aos resultados do protocolo de avaliação efectuado à velocidade angular de 60°/s, podemos verificar que são similares, quer no que respeita ao MD quer ao MND (quadros 9 e 10). Existe a tendência para um aumento significativo dos valores de força dos RE no grupo experimental, sendo estes valores significativamente diferentes quando comparados quer com o grupo de treino quer com o de controlo. Este aspecto é relevante se atendermos ao facto de que o programa de treino compensatório incidia essencialmente no reforço dos RE e estabilizadores da articulação.

Já em relação aos valores de força dos RI, os aumentos verificados do início para as 16 semanas no grupo de treino (6.36 Nm no MD e 4.41 Nm no MND), embora sem valores estatisticamente significativos, foram superiores quando comparados com

os mesmos aumentos do grupo experimental (2.63 Nm para MD e 2.15 Nm para MND). Se atendermos a que, por um lado o treino aquático foi semelhante para ambos os grupos e também que os níveis maturacionais são idênticos, não encontramos uma explicação evidente para o facto do grupo de treino elevar a força dos RI a níveis superiores em relação ao grupo experimental. Poderemos presumir que talvez o facto de os elementos do grupo experimental, sendo sujeitos a um treino compensatório de reforço dos antagonistas, tenham alterado de alguma forma o “normal” padrão de função neuromuscular e consequente coordenação intermuscular, comparativamente aos elementos do grupo de treino. No entanto estudos complementares seriam necessários no sentido de esclarecer esta situação, nomeadamente registos da atividade electromiográfica dos rotadores do ombro antes e após o treino de força compensatório.

Os resultados de maior realce são uma consequência dos anteriores e dizem respeito às diferenças estatisticamente significativas encontradas entre o grupo experimental e de treino ao nível dos rácios RE/RI, os quais são superiores no grupo experimental. Se tivermos em consideração que os rácios unilaterais caracterizam a qualidade do equilíbrio muscular, sendo importante a sua caracterização quando se pretende o diagnóstico do equilíbrio/desequilíbrio muscular de qualquer complexo articular (Ellenbecker & Roetert, 2003), poderemos concluir que o programa de treino realizado neste estudo promove uma maior equilíbrio muscular, uma vez que em ambos os membros os valores dos rácios RE/RI aumentaram com diferenças significativas para o grupo de treino e controlo. Será também de realçar que a 60°/s os valores de rácios do grupo de treino, que apenas realizou treino aquático, foram totalmente contrários, uma vez que quer no MD quer no MND as diferenças entre os início e as 16 semanas foram sempre negativas (-5.65% e -5.77% respectivamente para MD e MND), o que vem reforçar os resultados de Ramsi *et al.* (2004), os quais defendem que o treino exclusivamente aquático em nadadores de competição tende a promover os desequilíbrios musculares entre RI e RE.

Relativamente às avaliações realizadas a 180°/s, os resultados referentes ao MD são em tudo semelhantes às descritas anteriormente, verificando-se um aumento significativo dos valores de força dos RE no grupo experimental, com valores significativamente diferentes quando comparados quer com o grupo de treino quer com o de controlo. Também no que respeita aos rácios RE/RI a tendência é semelhante,

existindo efeitos no treino de força efectuado, com aumentos evidentes no grupo experimental (3.8Nm) e reduções no grupo de treino e controlo (-8.3% e -1.66% respectivamente). Por sua vez, no que respeita ao MND, com exceção do que aconteceu com os valores do rácio do grupo de treino, que praticamente não se modificaram (0.01%), a tendência para alterações do início para as 16 semanas é semelhante à dos resultados do protocolo de 60°/s, embora não existam diferenças estatisticamente significativas entre grupo experimental e de treino.

Os resultados do presente trabalho, em ambos os protocolos utilizados, apresentam um ponto comum com diversos estudos que utilizaram programas de treino compensatórios ao nível dos rotadores do complexo articular do ombro (Beneka *et al.*, 2002; Kluemper & Hazelrigg, 2006; Malliou *et al.*, 2004; McCarrick & Kemp, 2000; Niederbracht *et al.*, 2008; Swanik *et al.*, 2002), que é o facto de terem existido ganhos significativos de força nos grupos musculares envolvidos nos exercícios propostos. No entanto, em alguns dos trabalhos mencionados os resultados relativamente aos rácios unilaterais foram opostos aos apresentados no nosso estudo. Nomeadamente nos trabalhos de Swanik *et al.* (2002), Beneka *et al.* (2002) e Malliou *et al.* (2004) os rácios diminuíram após as intervenções. A principal diferença poderá residir no tipo de treino de força desenvolvido, o qual, nos trabalhos mencionados, não incidiu de forma mais evidente nos RE. Desta forma os valores de força dos RI foram significativamente superiores comparativamente aos seus antagonistas. Este facto, bem como os resultados apresentados no nosso trabalho relativos aos rácios, levar-nos-ão a reforçar a ideia de que um treino compensatório para a coifa dos rotadores em nadadores de competição deverá incidir especificamente no reforço da musculatura estabilizadora do ombro, com especial evidência para os RE.

Como complemento à análise dos rácios unilaterais realizada será importante relembrar que os resultados de estudos prévios efectuados com populações de nadadores, tenistas, jogadores de pólo aquático e badminton, apontam para valores normativos entre os 66% e os 75% (Cingel *et al.*, 2007; Ellenbecker & Davies, 2000; Ellenbecker & Roetert, 2003; Gulick *et al.*, 2001; Ramsi *et al.*, 2004), sendo a diminuição destes valores associada a instabilidade e desequilíbrios na articulação glenoumeral (Leroux *et al.*, 1994; Warner *et al.*, 1990). Tendo por base os valores normativos apresentados, nos resultados de ambos os protocolos realizados, e apesar

de os valores sofrerem um decréscimo do início para as 16 semanas nos grupos de treino e controlo, em nenhum caso os valores são inferiores a 66%, o que, segundo Leroux *et al.* (1994) e Warner *et al.* (1990), será positivo no sentido em que não estará associado a desequilíbrios e instabilidade musculares da articulação em causa.

Por outro lado, os resultados estão também de acordo com a sugestão de Rupp *et al.* (1995) e Olivier *et al.* (2008), os quais referem que os rácios de nadadores são significativamente inferiores aos de indivíduos não treinados. Mas porventura o que terá um maior interesse será a análise de uma outra sugestão de Olivier *et al.* (2008), os quais mencionam a hipótese de os rácios de nadadores jovens serem superiores aos dos nadadores mais velhos e com maiores volumes de treino, deixando em aberto a possibilidade de existir um aumento da instabilidade articular e desequilíbrio muscular nos ombros com o avanço da carreira do nadador. Neste sentido será interessante verificar que nos poucos estudos efectuados com nadadores (com médias de idade superiores às dos nadadores do presente estudo), os valores de rácios encontrados foram quase sempre inferiores. Nomeadamente no caso do trabalho de Olivier *et al.* (2008), os quais avaliaram 20 nadadores de alto nível num aparelho isocinético a 60°/s, com média de idades de 27 anos, tendo obtido valores de rácios de 53.27% para MD e 65.9% para MND, os quais são consideravelmente menores do que os presentes neste estudo. No caso do trabalho de Beach *et al.* (1992), efectuado com nadadores de competição com uma média de idades de 19 anos, acontece exatamente a mesma tendência para o MD, no qual os autores, tendo também avaliado a força num aparelho isocinético a 60°/s, encontraram valores médios de 71%. Relativamente ao MND os valores encontrados pelos autores (de 70%) são apenas superiores aos valores do nosso grupo de treino após as 16 semanas (68.79%).

Relativamente aos resultados dos índices de fadiga, podemos constatar que são invariavelmente superiores no grupo de controlo comparativamente aos restantes. Estes resultados seriam de alguma forma esperados, uma vez que, traduzindo os índices de fadiga o nível de fadiga muscular (Ellenbecker & Davies, 2000) e sendo o grupo de controlo composto por indivíduos sedentários, seria natural apresentarem piores resultados na tarefa desempenhada. No caso da avaliação efectuada ao MD, existiram diferenças significativas entre o grupo de controlo e os restantes para todas

as variáveis (*PT* de RE e RI). No caso do MND as diferenças apenas se revelaram ao nível dos RE.

Não se verificaram diferenças entre grupo experimental e de treino em nenhum dos membros avaliados ao nível da fadiga muscular dos rotadores dos ombros. Será no entanto de realçar que os índices de fadiga dos RE do grupo experimental sofreram um decréscimo significativo do início para as 16 semanas, o que pode traduzir-se como um efeito do treino compensatório aplicado.

Embora não tenhamos efectuado um estudo comparativo dos valores de índices de fadiga entre RI e RE, podemos constatar que os resultados obtidos no presente estudo estão de acordo com o que está presente na literatura (Beach *et al.*, 1992; Ellenbecker & Bleacher, 1999), uma vez que os RI apresentam uma maior resistência à fadiga comparativamente aos RE. Neste aspecto os resultados são idênticos em todos os grupos analisados. Provavelmente este resultado estará também relacionado, por um lado, com a maior solicitação do grupo muscular responsável pela rotação interna, característica de alguns desportos de competição. Por outro lado, os grupos musculares responsáveis pela rotação interna terão uma superior capacidade de produção de força relativamente aos RE, já que são anatomicamente de maiores dimensões e em maior número (Dark *et al.*, 2007).

Efectuando um balanço da análise de resultados deste capítulo, poderemos afirmar que os técnicos de natação deverão utilizar programas de treino de força compensatório em seco, semelhantes ao aplicado no nosso estudo, direccionados essencialmente no reforço dos RE e estabilizadores do complexo articular do ombro. Este tipo de treino poderá ajudar os nadadores na prevenção de lesões no ombro, através do aumento dos valores de força dos rotadores, redução da fadiga muscular e pela prevenção de desequilíbrios musculares.

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

Após a verificação do efeito do treino compensatório específico ao nível dos rotadores do complexo articular do ombro, será de todo interessante perceber qual o efeito da ausência do mencionado treino (destreino), havendo no entanto continuidade do treino aquático. O interesse nesta questão tem a ver com facto de existir uma clara lacuna na literatura relativamente a este tema. Não temos conhecimento de nenhum trabalho que objectivasse a análise do destreino nos rotadores dos ombros em nadadores. Por outro lado é um tema que trará questões relevantes para o treino, sendo muitas vezes associado ao princípio da reversibilidade (Fry *et al.*, 2004).

De acordo com os resultados apresentados, apesar da continuidade do treino aquático, a ausência de 16 semanas do treino compensatório dos rotadores dos ombros tem por um lado um efeito na redução da resistência muscular, por outro lado tem também um efeito ao nível dos rácios RE/RI, fomentando um maior desequilíbrio muscular, próprio do treino exclusivamente aquático.

Os resultados apresentados mostram que existe uma clara tendência associada à ausência do treino compensatório específico, a qual se revela em ambos os protocolos de avaliação utilizados, que é a redução dos valores dos rácios RE/RI. Com efeito, no grupo experimental, à velocidade angular de 60°/s as diferenças intra-grupo relativas ao rácio RE/RI são estatisticamente significativas entre as 16 e as 32 semanas, quer no MD quer no MND. Se lembrarmos que os rácios unilaterais caracterizam a qualidade do equilíbrio muscular (Ellenbecker & Roetert, 2003), poderemos então referir que a ausência do treino compensatório específico conjuntamente com um treino exclusivamente aquático promove um aumento do desequilíbrio muscular dos rotadores do ombro. Relativamente aos resultados das avaliações a 180°/s a tendência é a mesma, tendo-se verificado reduções em ambos os membros superiores, embora sem mudanças significativas.

As diferenças mencionadas entre valores de rácios RE/RI no grupo experimental entre as 16 e as 32 semanas devem-se essencialmente ao aumento significativo dos valores de força dos RI e a uma ligeira redução ou manutenção dos valores dos RE. Uma vez mais, em ambos os protocolos de avaliação utilizados e em ambos os membros superiores, encontrámos aumentos nos valores de força dos RI do grupo experimental, sendo estes significativos intra-grupo na avaliação efectuada a 60°/s.

O aumento significativo dos valores de força dos RI é explicável pelo treino aquático, o qual favorece o reforço dos RI dos ombros e adutores do braço em proporções distintas às dos seus antagonistas (Weldon & Richardson, 2001). Relativamente ao ligeiro decréscimo da força nos RE, Wilmore & Costill (2008) sugerem de uma forma geral que a força e potência musculares reduzem os seus valores após paragem do processo de treino, embora as reduções sejam relativamente pequenas nos primeiros meses, o que de alguma forma reforça os resultados obtidos no nosso trabalho.

Por sua vez, num estudo realizado com o objectivo de avaliar os efeitos do treino e destreino na aplicação de um programa de reforço na musculatura da coifa dos rotadores, McCarrick & Kemp (2000) referem que apenas se verificaram reduções significativas nos valores de força em 12 semanas quando os indivíduos paravam totalmente a atividade, mantendo-se inalteráveis quando o treino reduzia para 2 ou 1 sessão semanal. No fundo estes resultados não estão de acordo com os do presente estudo, uma vez que os valores dos RE sofreram um ligeiro decréscimo mas de uma forma pouco significativa, poderemos mesmo afirmar que se mantiveram praticamente inalteráveis (variaram entre -0.77 Nm e 0.07 Nm). No entanto, teremos que considerar que no nosso estudo os nadadores apenas pararam o treino compensatório, seguindo o programa de treino aquático, o que poderá de alguma forma explicar esta diferença.

Por outro lado, McCarrick & Kemp (2000) referem também que existem evidências que suportam o facto do treino de força concêntrica ser mais resistente ao destreino do que o treino de força excêntrica. Se tivermos em consideração que o programa de treino compensatório aplicado no nosso estudo, incluiu essencialmente força concêntrica, o facto mencionado anteriormente poderá também ajudar a explicar

de alguma forma os resultados da manutenção dos valores de força dos RE do grupo experimental.

Existem ainda outros factos reportados na literatura de especial interesse para a discussão relativa à ausência do treino de força. Um primeiro aspecto tem a ver com o facto de poder existir uma clara distinção dos efeitos do destreino entre indivíduos sedentários e treinados, segundo Graves *et al.* (1988) e Hakkinen, Pakarinen, Alén, Kauhanen, & Komi (1987), os sedentários prolongam os efeitos do treino por períodos mais longos comparativamente a indivíduos treinados. Por outro lado, existem também evidências que apontam para que a intensidade do treino possa desempenhar um papel importante na manutenção da força muscular (Graves, *et al.*, 1988; Tucci, Carpenter, Pollock, Graves, & Leggett, 1992). As variáveis referidas poderão ser de um interesse especial em estudos complementares, no sentido de esclarecer um pouco mais a temática da redução do treino ou até a ausência do mesmo.

Os resultados do estudo de Costill (1998) poderão contribuir também, em parte, para a discussão da pouca variação dos valores de força dos RE no grupo experimental. O autor avaliou nadadores de equipas universitárias norte americanas no banco biocinético, concluindo que até às 6 semanas de ausência de treino não existiam diferenças na força muscular dos membros superiores. Uma questão de particular interesse no estudo de Costill (1998) e que poderá ter repercussões para estudos futuros, foi o facto dos mesmos nadadores, quando avaliados através do nado amarrado, o qual traduz as condições naturais (específicas), terem apresentado uma redução significativa da potência muscular nessas mesmas 6 semanas. Estes dados indicam que uma avaliação da força não específica pode ter uma fraca correlação com a força específica produzida em condições reais, ou por outro lado, que os nadadores apesar de continuarem com níveis de força idênticos terão perdido a habilidade de aplicar essa força durante a realização das técnicas de nado. Neste sentido, será benéfico avaliar a força específica de modo a complementar outras medidas efectuadas.

Quando comparamos os valores de todas as variáveis avaliadas entre grupo experimental e grupo de treino, em nenhum caso surgiram diferenças, sendo os valores muito semelhantes em todas as avaliações e membros avaliados. Convém relembrar

que nas 16 semanas, com exceção do MND a 180°/s, existiam diferenças significativas entre grupo experimental e de treino ao nível dos valores de RE e rácios RE/RI. O que aconteceu com a ausência do treino compensatório foi que os níveis de força e equilíbrio muscular dos rotadores dos ombros do grupo experimental voltaram a ser semelhantes aos do grupo de treino, o que segundo Ramsi *et al.* (2004) está de acordo com os resultados associados a um treino exclusivamente aquático, em que os valores de força dos RI aumentam numa proporção desigual quando comparados com os seus antagonistas.

Relativamente a comparações entre o grupo de controlo e os restantes, nomeadamente no que diz respeito aos efeitos do período de destreino, os resultados são muito semelhantes. Com a exceção do MND na avaliação realizada a 180°/s, apenas não existiram diferenças significativas nos valores de força dos RE. Este facto vem reforçar que o que distingue os praticantes de natação de indivíduos não treinados ao nível da força dos rotadores dos ombros é a força dos RI que é muito estimulada pela realização das técnicas de nado (Weldon & Richardson, 2001). Consequentemente os valores dos rácios são significativamente inferiores nos nadadores, o que vêm de encontro a resultados de estudos anteriores (Noffal, 2003; Olivier *et al.*, 2008).

No que respeita aos índices de fadiga, (Ellenbecker & Davies, 2000), os resultados traduzem genericamente um aumento dos mencionados índices nos RE do grupo experimental com a ausência do treino compensatório, embora apenas com resultados significativos no MD. Desta forma, com a ausência do referido treino, a fadiga muscular dos RE aumenta. Embora as investigações sobre o assunto sejam inexistentes, Wilmore & Costill (2008) corroboram de alguma forma os resultados que encontramos no presente estudo, uma vez que referem que a resistência muscular reduz significativamente após apenas 2 semanas de inatividade, não existindo no entanto evidências se esta redução se deve a perdas de natureza muscular ou de alterações na capacidade cardiovascular.

De forma a concluir este capítulo, e com base nos resultados apresentados, consideramos que será aconselhável os nadadores de competição efetuarem um reforço muscular dos rotadores do complexo articular do ombro fora de água, de forma

continuada ao longo da época desportiva, com vista a prevenir eventuais desequilíbrios musculares e conseqüentes possíveis lesões, bem como a reduzir a fadiga muscular dos RE.

3.1. Comparação entre os valores do final do período de destreino e de início da época desportiva

Após termos verificado os efeitos do treino compensatório específico nos rotadores dos ombros e da ausência do mesmo, terá interesse efetuar uma análise comparativa entre os valores de início da época e o final da mesma (após as 32 semanas).

Com base nos resultados apresentados podemos verificar que em nenhuma das variáveis (rácio RE/RI, *PT* dos RI e RE) existem diferenças significativas entre os grupos experimental e de treino, o que é de alguma forma relevante, pois se lembrarmos que estas diferenças existiam entre o início e as 16 semanas ao nível dos rácios RE/RI e também dos RE, poderemos afirmar que os resultados no final da época se equivalem entre grupos, reforçando-se a ideia de que é fundamental que o treino compensatório específico se mantenha durante a totalidade da época desportiva.

As diferenças significativas entre grupos do início para as 32 semanas reportam-se a diferenças entre os grupos de nadadores (experimental e de treino) e o de controlo em todas as variáveis, com exceção dos RE no MD a 60°/s e MND a 180°/s. Nos rácios RE/RI apenas não existem diferenças significativas entre o grupo de treino e controlo no MND a 60°/s.

Efetuada uma análise ao equilíbrio muscular dos rotadores dos ombros, com exceção do grupo experimental no protocolo de 180°/s, verificamos que os rácios RE/RI dos grupos de nadadores decresceram sempre do início para o final da época desportiva. Este facto poderá vir a reforçar o pressuposto avançado anteriormente, de que eventualmente com o avançar da carreira e do conseqüente aumento do volume de treino, o rácio RE/RI dos nadadores tem tendência a diminuir (Olivier *et al.*, 2008). Com base neste pressuposto, sai mais uma vez reforçada a ideia de que o treino

compensatório específico dos rotadores dos ombros é de todo indispensável de realizar ao longo da época desportiva. Porém, a tendência para a diminuição dos valores dos rácios RE/RI ao longo da época também se verificou no grupo de controlo, com exceção do MD avaliado a 60°/s. Com efeito, tal como mencionámos anteriormente, esta temática carece claramente de investigação.

Um outro aspecto interessante a observar nos resultados, e que corroboram os que Ramsi *et al.* (2004) reportaram no seu trabalho, tem a ver com os rácios RE/RI do grupo de treino, os quais no MD a 60°/s e MND a 180°/s são significativamente inferiores no final da época desportiva quando comparados com o início da mesma. Esta situação não ocorre no grupo experimental, onde os valores apesar de terem diminuído na maioria dos casos, não são significativos. Pensamos que talvez neste aspecto o treino compensatório realizado durante a primeira parte da época desportiva possa ter tido alguma influência.

Relativamente aos níveis de fadiga muscular dos rotadores do ombro, traduzidos pelos índices de fadiga, não se observaram diferenças significativas entre os grupos experimental e de treino do início para as 32 semanas, existindo no entanto ligeiras reduções dos valores dos índices de fadiga quer ao nível dos RE quer dos RI. Porém, existe uma exceção que diz respeito aos índices de fadiga dos RI do grupo experimental, os quais sofrem um ligeiro aumento do início para o final da época. É de facto um resultado pouco esperado, uma vez que durante a totalidade da época os nadadores realizam as técnicas de nado com um volume considerável, sendo expectável um aumento significativo dos valores de força dos RI (Weldon & Richardson, 2001) e consequentemente uma diminuição dos seus níveis de fadiga. No entanto, tal como aconselha Costill (1998), há que ter em conta que uma avaliação da força não específica (como é o caso da avaliação isocinética utilizada) pode ter uma fraca correlação com a força específica produzida em condições reais. Como tal será também de considerar uma avaliação específica da resistência muscular com vista a retirar algumas conclusões a este nível.

Tendo então por base todos os resultados apresentados e discutidos gostaríamos de realçar que achamos fundamental para o equilíbrio muscular dos

rotadores do complexo articular do ombro, que o treino compensatório específico se mantenha durante a totalidade da época desportiva.

4. Avaliação da influência do treino aquático na força e fadiga dos músculos agonistas e antagonistas implicados na rotação do ombro, comparando três distintos momentos da época desportiva

Ao desenvolvimento deste capítulo está subjacente o pressuposto de que em nadadores de competição, num período de treino exclusivamente aquático, o grupo muscular responsável pela rotação externa dos ombros não é solicitado de forma equivalente ao dos RI, podendo resultar num desequilíbrio muscular agonista-antagonista (Blanch, 2004; Klumper & Hazelrigg, 2006; Ramsi *et al.*, 2004). Pretendemos neste capítulo perceber qual a verdadeira influência do treino aquático ao longo de uma época desportiva nos níveis de força, equilíbrio e fadiga muscular dos rotadores do ombro.

No presente estudo, os valores de força dos RE e RI mostraram que existe um aumento progressivo dos *PT* de ambos ao longo da época no grupo de treino. Estes valores estão de acordo com os resultados do estudo de Ramsi *et al.* (2004), o qual foi o único que procurou investigar a associação entre os efeitos de um período de treino de NPD na força dos músculos rotadores dos ombros em jovens nadadores. Tendo os autores avaliado três momentos distintos da época desportiva, verificaram também que os valores de força dos RE e RI aumentavam de forma progressiva durante a temporada. De referir que, no nosso estudo, a mesma situação não acontece no grupo de controlo, uma vez que em alguns dos protocolos de avaliação utilizados, existem ligeiras reduções ou manutenção dos valores de força, essencialmente do início para as 16 semanas.

Pudemos também verificar que nos nadadores, para além dos aumentos serem progressivos ao longo da época, são percentualmente superiores nos RI comparativamente com os RE, principalmente entre o início e o final da época (32 semanas). Estes resultados suportam o facto de que o treino aquático aumenta a força

dos RI de forma desproporcionada relativamente aos RE, seus antagonistas (Kluemper & Hazelrigg, 2006; Ramsi *et al.*, 2004). Este facto é explicado na literatura com base em dois pressupostos. Por um lado Astrab *et al.* (2001) e Weldon & Richardson (2001) suportam a questão com base na análise biomecânica das técnicas de nado, referindo que os RI são mais fortes nos nadadores quando comparados com os RE devido às repetidas contrações concêntricas a que são submetidos durante as fases propulsivas durante o nado. Por outro lado, O'Donnell *et al.* (2005) afirmam que a execução das técnicas de nado promove desequilíbrios musculares que causam stresse nas estruturas capsulo-ligamentares, contribuindo para instabilidades do complexo articular do ombro, com consequências evidentes na capacidade de produção de força.

No que diz respeito ao equilíbrio muscular entre rotadores do ombro, traduzidos pelos valores dos rácios RE/RI, verificou-se uma descida acentuada dos mesmos no grupo de treino, essencialmente entre o início da época e as 16 semanas (com exceção dos valores para o MND no protocolo realizado a 180°/s, onde os valores praticamente se mantêm). Das 16 para as 32 semanas os resultados são díspares. No MD a 60°/s e MND a 180°/s existe igualmente um decréscimo acentuado dos rácios, no entanto nos restantes os mesmos valores sobem ligeiramente.

Apesar dos resultados apresentados no capítulo anterior, é um dado comum a todas as avaliações o facto dos desequilíbrios musculares entre os músculos rotadores dos ombros se acentuar do início para o final da época desportiva nos nadadores. Esta mesma tendência também se verifica no grupo de controlo, embora com a exceção do MD a 60°/s, no qual o rácio RE/RI aumenta de 96.54% ± 14.82% no início para 98.8% ± 12.8% no final da época. Os resultados do grupo de treino reforçam também os que foram anteriormente obtidos por Ramsi *et al.* (2004), uma vez que também estes autores encontraram diferenças significativas nos valores de rácios RE/RI entre o início e final da época desportiva, comprovando-se que o treino aquático promove desequilíbrios musculares entre os rotadores do ombro. No entanto, para além do facto apresentado anteriormente, convém lembrar que, com base em valores normativos de rácios dos rotadores dos ombros apresentados anteriormente (Cingel *et al.*, 2007; Ellenbecker & Davies, 2000; Ellenbecker & Roetert, 2003; Gulick *et al.*, 2001; Ramsi *et al.*, 2004), apesar da diminuição verificada no grupo de nadadores, podemos verificar que em nenhum caso os valores são inferiores a 66%, o que, segundo Leroux

et al. (1994) e Warner *et al.* (1990), não estará associado a desequilíbrios graves (passíveis de criar lesões) e instabilidade musculares da articulação em causa.

Ainda relativamente aos resultados do equilíbrio muscular dos rotadores do ombro, os dados do presente estudo sugerem também uma tendência para um decréscimo mais acentuado dos valores dos rácios (e um maior desequilíbrio muscular) durante a primeira metade da época desportiva. Este resultado é de alguma forma distinto dos dados apresentados por Ramsi *et al.* (2004), no qual as diferenças entre o início e meio da época não se verificavam, existindo sim entre o início e final da mesma. Sabendo à partida que a carga relativa ao programa de treino aumenta ao longo da época de forma progressiva e não existindo dados de outros estudos relativos a esta questão específica, fica em aberto a hipótese para uma investigação nesta área, tentando perceber se existe ou não alguma tendência para os valores dos rácios decrescerem de forma mais acentuada no início da época, comparativamente com o final da mesma, encontrando as razões para o pressuposto apresentado.

Na análise dos rácios RE/RI e como consequência da diferente proporcionalidade dos ganhos de força registado entre RE e RI mencionados anteriormente, existem diferenças entre grupos nos efeitos do treino em quase todos os momentos de avaliação e protocolos utilizados, sendo o MND a 60°/s do início para as 32 semanas e a 180°/s do início para as 16 semanas as únicas exceções. Estes resultados estão de acordo com a afirmação de Olivier *et al.* (2008), os quais referem que os rácios de nadadores são significativamente inferiores aos de indivíduos não treinados

Em relação aos efeitos do treino aquático nos níveis de fadiga muscular, traduzidos pelos índices de fadiga, pudemos verificar que ao nível dos RI existe uma ligeira descida dos valores dos índices de fadiga no grupo de treino ao longo da temporada, embora sem valores significativos intra-grupo. Relativamente aos RE do grupo de treino, verifica-se também uma descida dos mesmos sem valores significativos em ambos os membros, com exceção entre as 16 e 32 semanas para o MND, onde o valor sobe de forma ligeira. As diferenças entre grupos centram-se essencialmente nos índices de fadiga dos RI, o que confirma que também ao nível da fadiga muscular o que diferencia os nadadores dos sedentários, à semelhança do que

acontecia com os níveis de força, são os valores dos RI. No entanto, também verificámos diferenças significativas ao nível dos RE em ambos os membros entre o início e as 16 semanas, o que parece confirmar que de facto algo se passa de diferente ao nível dos ganhos de força durante a primeira metade da época comparativamente à segunda.

Concluindo este capítulo podemos afirmar que os resultados apresentados são consistentes com investigações anteriores, uma vez que se comprova que com um treino exclusivamente aquático em nadadores de competição existe um aumento dos desequilíbrios musculares nos rotadores dos ombros dos nadadores, os quais se devem a um aumento dos níveis de força dos RI proporcionalmente superiores aos dos RE, tal como reporta o trabalho de Ramsi *et al.* (2004). Tendo em consideração os dados apresentados anteriormente, estes resultados vêm reforçar a importância da preparação e implementação do treino de reforço muscular, com especial incidência nos RE.

5. Comparação dos valores de rácios (RE/RI) entre braço dominante e não dominante, durante a evolução da época desportiva

Com base na revisão de literatura efectuada sobre as comparações bilaterais dos resultados de força isocinética dos rotadores do ombro em nadadores, pudemos constatar que os dados não são coerentes entre si, existindo mesmo alguns resultados um pouco contraditórios. Este facto faz subsistir a dúvida sobre se a prática da NPD criará ou não diferenças bilaterais ao nível do equilíbrio muscular nos rotadores dos ombros. Assim sendo, pretendemos com este capítulo verificar se, ao longo da época desportiva, existiriam 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, não existem diferenças entre MD e MND ao longo de toda a época desportiva nos grupos de treino e de controlo. No entanto, o grupo experimental apresentou diferenças estatisticamente significativas entre MD e MND no início da época ($p=.003$) e no final da mesma ($p=.023$), sendo os valores dos rácios superiores no MD durante toda a época.

Relativamente às diferenças entre rácios de MD e MND avaliados a 180°/s, os valores relevantes encontrados no grupo experimental são em tudo semelhantes aos anteriores, uma vez que se verificaram diferenças no início da época ($p=.001$) e após as 32 semanas ($p=.026$). No que diz respeito ao grupo de treino, é a meio da época (16 semanas) que existem diferenças significativas entre MD e MND ($p=.017$). O grupo de controlo continua a não revelar diferenças bilaterais durante a totalidade da época desportiva.

O que aconteceu foi que o grupo experimental apresentou à partida diferenças entre MD e MND, sendo a situação distinta no grupo de treino. Com a realização do treino compensatório específico durante as 16 primeiras semanas, as diferenças existentes no grupo experimental foram atenuadas. Não queremos com isto afirmar que o treino compensatório foi o principal responsável por este facto, até porque o programa de treino previa a realização de exercício bilaterais. O que sucedeu efetivamente, tal como vimos anteriormente, foi que os rácios aumentaram significativamente em ambos os membros do início para as 16 semanas, mas com um aumento percentual mais evidente no MND, razão pela qual as diferenças bilaterais deixam de existir nas 16 semanas.

Existe um ponto que reforça dados anteriores e que é comum entre os resultados do presente estudo e os encontrados na literatura que analisou nadadores (Bak & Magnusson, 1997; Gozlan *et al.*, 2006; Gremeaux *et al.*, 2005; Olivier *et al.*, 2008; Ramsi *et al.*, 2004; Rupp *et al.*, 1995), que é o facto dos rácios RE/RI serem invariavelmente inferiores em nadadores quando comparados com indivíduos sedentários. Este facto poderá levar-nos a supor que sujeitos que praticam de forma continuada NPD terão um maior desequilíbrio muscular nos rotadores dos ombros do que indivíduos sedentários.

Por outro lado, parece existir uma tendência nos grupos de nadadores para que os rácios do MD sejam superiores aos dos MND (embora nem sempre com diferenças significativas), o que está de acordo com alguns dos resultados encontrados na literatura (Gozlan *et al.*, 2006; Gremeaux *et al.*, 2005; Olivier *et al.*, 2008). No entanto, nem sempre os resultados tiveram esta tendência no grupo de nadadores. O grupo experimental apresentou sempre rácios RE/RI superiores no MD, mas no grupo

de treino existiram dois momentos em que tal não aconteceu, o que revela alguma inconstância nestes resultados. Não nos parece, também, que a especificidade da actividade desportiva que praticam explique o facto de o MD ser mais equilibrado ao nível dos rotadores do ombro quando comparado com o MND.

Também ao nível das diferenças significativas entre rácios RE/RI de MD e MND os resultados são algo inconstantes, o que corresponde aos dados encontrados na literatura. Os resultados do grupo experimental estão de alguma forma mais relacionados com os de Gozlan *et al.* (2006), Gremeaux *et al.* (2005) e Olivier *et al.* (2008), uma vez que estes encontraram diferenças estatisticamente significativas entre MD e MND. No entanto, há que recordar que esta situação não se verificou na avaliação realizada após a realização do treino compensatório (16 semanas), onde as diferenças não existiram.

Já no que respeita ao grupo de treino, os resultados estão muito mais próximos do trabalho de Ramsi *et al.* (2004), pois com excepção da avaliação efectuada a 180°/s após as 16 semanas de treino, não existiram diferenças bilaterais.

Com base no que foi exposto podemos afirmar que existe alguma inconstância nos resultados relativos às comparações bilaterais, à semelhança do que revela a literatura da especialidade, que apresenta alguns dados contraditórios. Os resultados que nos parecem ter alguma consistência têm a ver com o facto dos rácios RE/RI serem consideravelmente superiores em indivíduos sedentários quando comparados com amostras constituídas por nadadores de competição.

6. Limitações do estudo

Ao longo da realização deste trabalho, com a realização dos protocolos de avaliação, do treino de força compensatório e posterior análise e discussão de todos os resultados, deparámo-nos com algumas limitações, de entre as quais gostaríamos de realçar as seguintes:

Tendo em conta que a amostra de nadadores foi composta exclusivamente por elementos do sexo masculino, pertencentes um grupo de idade específico (juvenis) e a equipas de natação de semelhantes níveis competitivos, a generalização dos resultados apresentados terá necessariamente que ser restringida a uma população com as mesmas características. Esta posição é reforçada se considerarmos que, segundo alguns dados de estudos realizados, suportados pelos resultados do nosso trabalho, existe uma aparente tendência para diferenças nos níveis de força e equilíbrio muscular dos rotadores do ombro com o aumento da idade e/ou avançar na carreira dos nadadores de competição.

Uma outra limitação, que também tem consequências ao nível da generalização de resultados e contribuição para dados normativos, 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, sendo mais apropriado um posicionamento em decúbito ventral. No entanto, e tal como foi mencionado durante a revisão de literatura, o instrumento utilizado na avaliação não permite a utilização da posição mencionada, pelo que, de acordo com o manual do aparelho e também à semelhança de alguns outros estudos referidos, optámos por colocar os nadadores sentados.

Por último, poderemos considerar uma limitação o facto do teste isocinético ser inabitual para os indivíduos testados, podendo de alguma forma condicionar os resultados, principalmente da primeira avaliação. No entanto, tentámos minimizar esta questão possibilitando a todos a realização de algumas repetições prévias, no sentido de se familiarizarem com o gesto a realizar, a posição e velocidade angular dos mesmos. Para além disto, os coeficientes de variação verificados nos diversos momentos de avaliação em ambos os protocolos, velocidades angulares e movimentos (rotações internas e externas) foram muito próximos e encontraram-se abaixo dos valores de referência (13-18%) apresentados anteriormente (Mayer et al., 1994).

CAPÍTULO VI - CONCLUSÕES

CAPÍTULO VI - CONCLUSÕES

1 - Os nadadores de competição apresentam valores de rácios RE/RI significativamente inferiores a indivíduos sedentários com semelhantes características (idade, peso, altura e estado maturacional). Desta forma os nadadores apresentam um menor equilíbrio muscular ao nível dos rotadores dos ombros quando comparados com grupos de sedentários, sendo essencialmente os níveis de força dos RI que os distinguem (significativamente menores nos sedentários).

2 - Um programa de treino de força compensatório para nadadores de competição, incidindo no reforço dos RE e estabilizadores do ombro com a duração de 16 semanas e aumentos de carga progressivos, promove o aumento do equilíbrio muscular e dos níveis de força tendo também efeitos na redução da fadiga muscular dos RE.

3 - 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.

4 - Um treino exclusivamente aquático ao longo de uma época de em nadadores de competição promove um aumento dos desequilíbrios musculares nos rotadores dos ombros, os quais se devem a um aumento dos níveis de força dos RI proporcionalmente superiores aos dos RE.

5 - Relativamente à comparação do equilíbrio muscular dos rotadores entre MD e MND, existe alguns resultados contraditórios, uma vez que surgem diferenças no grupo experimental, não se verificando o mesmo com os restantes. Uma vez que a própria literatura sobre o tema apresenta dados que se contradizem, outros estudos serão necessários no sentido de clarificar este assunto.

Finalmente, no que respeita às hipóteses de estudo, podemos afirmar que a primeira hipótese pode ser parcialmente confirmada. O treino compensatório

específico aumentou de facto os níveis de força dos rotadores dos ombros e o equilíbrio muscular, mas os efeitos ao nível da resistência muscular apenas foram significativos nos RE.

No que diz respeito à segunda hipótese, a mesma só pode ser confirmada ao nível do aumento dos desequilíbrios musculares nos rotadores do complexo articular do ombro com a ausência do treino compensatório e também da redução da resistência muscular dos RE. Não existiram reduções significativas dos níveis de força dos rotadores dos ombros.

Confirma-se a terceira hipótese de estudo, uma vez que os resultados apontam para um aumento dos desequilíbrios musculares nos rotadores dos ombros dos nadadores com o treino exclusivamente aquático.

Por último, a quarta hipótese de estudo apenas se confirma parcialmente, sendo os resultados um pouco contraditórios. Com efeito, em alguns momentos as diferenças de equilíbrio muscular dos rotadores dos ombros entre MD e MND existiram (essencialmente no grupo experimental, no início e final da época desportiva).

**CAPÍTULO VII – IMPLICAÇÕES DO ESTUDO NO TREINO EM NATAÇÃO
PURA DESPORTIVA E PERSPECTIVAS DE INVESTIGAÇÃO FUTURA**

1. Implicações do estudo no treino em natação pura desportiva
 2. Perspetivas de investigação futura
-

CAPÍTULO VII – IMPLICAÇÕES DO ESTUDO NO TREINO EM NATAÇÃO PURA DESPORTIVA E PERSPETIVAS DE INVESTIGAÇÃO FUTURA

1. Implicações do estudo no treino em natação pura desportiva

Aconselhamos os técnicos de natação a incluírem no seu planeamento anual programas de treino de força compensatório em seco, direcionados essencialmente no reforço dos RE e estabilizadores do complexo articular do ombro, prevenindo desta forma o aparecimento de eventuais desequilíbrios musculares e consequentes lesões. Esta implicação para a prática tem como suporte os dados do presente estudo que comprovam que i) os nadadores de competição apresentam maiores desequilíbrios musculares ao nível dos rotadores dos ombros relativamente a indivíduos sedentários, ii) que existe uma clara tendência ao acentuar desses desequilíbrios com o treino aquático (motivados por um aumento dos níveis de força dos RI proporcionalmente superiores aos dos RE) e também iii) que o programa de treino compensatório teve efeitos benéficos ao nível do equilíbrio muscular.

Complementarmente, e lembrando que a ausência do treino de força compensatório fomentou os desequilíbrios dos rotadores do complexo articular do ombro, tendo existido uma repercussão no processo, será também aconselhável que não só os nadadores de competição efetuem um reforço muscular, mas também o façam de forma continuada ao longo de toda a época desportiva. Desta forma conseguirão prevenir eventuais desequilíbrios musculares e consequentes possíveis lesões, bem como reduzir a fadiga muscular localizada dos RE.

2. Perspetivas de investigação futura

Ao longo da elaboração desta dissertação, foram várias as situações em que nos deparámos com possibilidades de investigação complementares directamente relacionadas com o tema abordado. A partir do momento em que definimos o problema de estudo, podemos dizer que outros “sub-problemas” se nos depararam.

A primeira sugestão vai no sentido de se realizar um trabalho em que se insiram na amostra elementos com idades semelhantes mas do sexo feminino, na tentativa de perceber se os resultados de força, resistência e equilíbrio muscular dos rotadores do complexo muscular do ombro serão ou não similares.

Durante uma análise mais pormenorizada e individualizada dos resultados pudemos comprovar que em alguns nadadores os níveis de força do MD eram inferiores aos do MND. Aprofundando um pouco mais, pudemos também constatar que em quase todos estes casos, os nadadores tinham como estilo preferencial o crol. Empiricamente, poderemos especular que este fenómeno será consequência de um erro técnico em que, os nadadores respirando unilateralmente (usualmente para o lado do MD) se apoiam no MND para realizar a respiração, criando níveis de força superiores nesse membro. Seria de todo interessante comprovar ou não esta possibilidade, aliando uma análise biomecânica à avaliação de força realizada em nadadores com as características mencionadas.

Seria também interessante realizar uma investigação em que se tentasse perceber qual a correlação entre força isocinética em distintos gestos/grupos musculares e a performance funcional, existindo uma clara lacuna na literatura referente a esta área específica.

Complementarmente, seria relevante correlacionar as avaliações de força isocinética dos rotadores dos ombros, com avaliação de força mais específicas (banco biocinético) e também com variáveis relacionadas com a performance.

Verificar o efeito do treino de força com incidência nos antagonistas na função neuromuscular ou padrão de recrutamento neuromuscular nos rotadores dos ombros seria não só um tema original, como também de uma grande relevância. Se

atendermos a que no nosso estudo o grupo não sujeito a treino de força compensatório apresentou níveis de força dos RI superiores em relação ao grupo de intervenção, podemos suspeitar apenas que o treino de reforço dos antagonistas tenha alterado de alguma forma o “normal” padrão de função neuromuscular. No entanto estudos complementares são necessários no sentido de clarificar a coordenação intermuscular, nomeadamente registos da atividade electromiográfica dos rotadores do ombro antes e após o treino de força compensatório.

Finalmente, o facto de nos únicos trabalhos com abordagens longitudinais realizados com jovens nadadores sobre esta temática, terem surgido resultados que apontam para uma tendência de maiores desequilíbrios musculares nas primeiras fases das épocas desportivas, deverá merecer alguma atenção por parte dos investigadores.

CAPÍTULO VIII – BIBLIOGRAFIA

CAPÍTULO VIII – BIBLIOGRAFIA

Alonso, M., & Finn, E. (1999). *Física*. Madrid: Addison-Wesley.

Astrab, J., Small, E., & Kerner, M. S. (2001). Muscle strength and flexibility in young elite swimmers. *Medicine and Science in Sports Exercise*, 33(5), S342.

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.

Bartlett, L. R., Storey, M. D., & Simons, B. D. (1989). Measurement of upper extremity torque production and its relationship to throwing speed in the competitive athlete. *American Journal of Sports Medicine*, 17(1), 89-91.

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.

Bigliani, L. U., Kelkar, R., Flatow, E. L., Pollock, R. G., & Mow, V. C. (1996). Glenohumeral stability. Biomechanical properties of passive and active stabilizers. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 330(1), 13-30.

Blanch, P. (2004). Conservative management of shoulder pain in swimming. *Physical Therapy in Sport*, 5(3), 109-124.

Bohannon, R. W., & Smith, M. B. (1989). Intrasession reliability of angle specific knee extension torque measurements with gravity corrections. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 11(4), 155-157.

- Brown, L. E. (2000a). Isokinetics exercise and Human Performance. *National Strength & Conditioning Association*, 22(4), 53-54.
- Brown, L. E. (2000b). Isokinetics in Human Performance. *Human Kinetics*.
- Burdett, R. G., & Swearingen, J. (1987). Reliability of isokinetic muscle endurance tests. *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy*, 8(10), 484-488.
- Busso, G. L. (2004). Proposta Preventiva para Laceração no Manguito Rotador de Nadadores. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 12(3), 39-45.
- Byram, I. R., Bushnell, B. D., Dugger, K., Charron, K., Harrell, F. E., Jr., & Noonan, T. J. (2010). Preseason shoulder strength measurements in professional baseball pitchers: identifying players at risk for injury. *American Journal of Sports Medicine*, 38(7), 1375-1382.
- 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.
- Cappaert, J. M., Pease, D. L., & Troup, J. P. (1995). Three-dimensional analysis of the men's 100m freestyle during the 1992 Olympic Games. *Journal of Applied Biomechanics*, 11(1), 103-112.
- Chandler, T. J., Kibler, W. B., Stracener, E. C., Ziegler, A. K., & Pace, B. (1992). Shoulder strength, power, and endurance in college tennis players. *Journal of Applied Biomechanics*, 20(4), 455-458.
- Cingel, R., Kleinrensink, G. J., Stoeckart, R., Aufdemkampe, G., Bie, R., & Kuipers, H. (2006). Strength values of shoulder internal and external rotators in elite volleyball players. *Journal of Sports Rehabilitation*, 15(3), 236-244.

- 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.
- 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.
- Codine, P., Bernardc, P. L., Sabayrollesb, P., & Herrisonb, C. (2005). Reproducibility of isokinetic shoulder testing. *Isokinetics and Exercise Science*, 13(1), 59-60.
- Cohen, M., Abdalla, R. J., Ejnisman, B., Schubert, S., Lopes, A. D., & Mano, K. S. (1998). Incidência de dor no ombro em nadadores brasileiros de elite. *Revista Brasileira de Ortopedia*, 33(12), 930-932.
- Cools, A. M., Witvrouw, E. E., De Clercq, G. A., Danneels, L. A., Willems, T. M., Cambier, D. C., Voight, M. L. (2002). Scapular muscle recruitment pattern: electromyographic response of the trapezius muscle to sudden shoulder movement before and after a fatiguing exercise. *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy*, 32(5), 221-229.
- Cools, A. M., Witvrouw, E. E., Declercq, G. A., Danneels, L. A., & Cambier, D. C. (2003). Scapular muscle recruitment patterns: trapezius muscle latency with and without impingement symptoms. *American Journal of Sports Medicine*, 31(4), 542-549.
- Costill, D. L. (1998). Training adaptations for optimal performance. Paper presented at the *VIII International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming*, University of Jyvaskyla, Finland.
- Dark, A., Ginn, K. A., & Halaki, M. (2007). Shoulder muscle recruitment patterns during commonly used rotator cuff exercises: an electromyographic study. *Physical Therapy*, 87(8), 1039-1046.

- David, G., Magarey, M. E., Jones, M. A., Dvir, Z., Turker, K. S., & Sharpe, M. (2000). EMG and strength correlates of selected shoulder muscles during rotations of the glenohumeral joint. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 15(2), 95-102.
- Davies, G. J. (1992). *A Compendium of Isokinetics in Clinical Usage and Rehabilitation Techniques* (4 ed.). Onalaska, WI: S & S.
- Davies, G. J., & Ellenbecker, T. S. (1993). Total arm strength rehabilitation for shoulder and elbow overuse injuries. *Orthopaedic Physical Therapy Home Study Course*, 1-22.
- Doukas, W. C., & Speer, K. P. (2001). Anatomy, pathophysiology, and biomechanics of shoulder instability. *Orthopedic Clinics of North America*, 32(3), 381-391.
- 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.
- Dupuis, C., Chollet, C., Leroy, D., & Blanquart, F. B. (2005). Influence of the position of the scapula in isokinetic assessment: An example with high level athletes. *Isokinetics and Exercise Science*, 13(1), 63-66.
- 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.
- Dvir, Z. (1995). *Isokinetics: Testing, Interpretation and Clinical Applications*. New York: Churchill Livingstone.
- Dvir, Z. (2004). *Muscle Testing, Interpretation and Clinical Application*. London: Churchill Livingstone.

- Edouard, P., Calmels, P. & Degache, F. (2009). The effect of gravitational correction on shoulder internal and external rotation strength. *Isokinetics and Exercise Science*, 17(1), 35-39.
- Ellenbecker, T. S., & Bleacher, J. (1999). A descriptive profile of bilateral glenohumeral joint internal and external rotation strength in uninjured females using the Cybex NORM dynamometer. *Physical Therapy*, 79(5), 80.
- 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., & Mattalino, A. J. (1997). Concentric isokinetic shoulder internal and external rotation strength in professional baseball pitchers. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 25(5), 323-328.
- 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.
- Enoka, R. M. (2008). *Neuromechanics of human movement*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Faigenbaum, A. D., Westcott, W. L., Micheli, L. J., Outerbridge, R., Long, C. J., Larosa-Loud, R., et al. (1996). The effect of strength training and detraining on children. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10(2), 109-114.
- Forthomme, B., Maquet, D., Crielaard, J. M., & Croisier, J. L. (2005). Shoulder isokinetic assessment: A critical analysis. *Isokinetics and Exercise Science*, 13(1), 59-60.

- Fry, A., Häkkinen, K. Kraemer, W.(2004). Considerações especiais no treinamento de Força. *In Treinamento de Força para o esporte* (W. J. Kraemer & K. Häkkinen, Eds.), 144-169. Porto Alegre (Brasil): Artmed.
- Fuente, A. B., & Secunda, G. (2003). Determinación de la normalidad mediante evaluación isocinética de la musculatura del complejo articular del hombro. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología*, 6(2), 81-90.
- Gaspar, A. L., Filho, C. A. A., & Cardone, C. (2004). Avaliação Isocinética do Ombro em Atletas de Pólo Aquático. *Confederação Brasileira de Desportos Aquáticos* Consult. 13 Out 2010, disponível em <http://www.cbda.org.br/imprensa/>
- Gerber, C. (1992). Integrated scoring systems for the functional assessment of the shoulder. *The Shoulder: A Balance of Mobility and Stability*, 531-550.
- 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.
- Graves, J. E., Pollock, M. L., Leggett, S. H., Braith, R. W., Carpenter, D. M., & Bishop, L. E. (1988). Effect of reduced training frequency on muscular strength. *International Journal of Sports Medicine*, 9(5), 316-319.
- 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.
- Hair, J., Black, W., Babin, B., & Anderson, R. (2010). *Multivariate data analysis. A global perspective* (7th ed.). New Yourk: Pearson.
- Hakkinen, K., Pakarinen, A., Alén, M., Kauhanen, H., & Komi, P. V. (1987). Relationships between training volume, physical performance capacity, and serum hormone concentrations during prolonged training in elite weight lifters. *International Journal of Sports Medicine*, 8(Supl 1), S61-65.
- Hall, G. (1980). Hand paddles may cause shoulder pain. *Swimming World* 21, 9-11.
- Hellwig, E., & Perrin, D. (1991). A comparison of two positions for assessing shoulder peak torque: the traditional frontal plane versus the plane of the scapula. *Isokinetics and Exercise Science*, 1(4), 202-206.
- 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.
- Ide, J., Maeda, S., Yamaga, M., Morisawa, K., Takagi, K., & Japan, K. (2003). Shoulder-strengthening exercise with an orthosis for multidirectional shoulder instability: Quantitative evaluation of rotational shoulder strength before and after the exercise program. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 12(4), 342-245.
- Ivey, F. M., Jr., 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.

- Johnson, J. N. (2003a). Competitive swimming illness and injury: common conditions limiting participation. *Current Sports Medicine Reports*, 2(5), 267-271.
- Johnson, J. N. (2003b). Stronger shoulders for swimmers. *The Physician and Sportsmedicine*, 31(1), 47-48.
- Johnson, J. N., Gauvin, J., & Fredericson, M. (2003). Swimming Biomechanics and Injury Prevention. *The Physician and SportsMedicine*, 31(1), 41-48.
- 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.
- Kammer, C. S., Young, C. C., & Niedfeldt, M. W. (1999). Swimming Injuries and Illnesses. *The physician and sportsmedicine*, 27(4), 51-60.
- Kannus, P., Cook, L., & Alosa, D. (1992). Absolute and relative endurance parameters in isokinetic tests of muscular performance. *Journal of Sport Rehabilitation*, 1, 2-12.
- 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.
- Kluemper, M., & Hazelrigg, H. (2006). Effect of stretching and strengthening shoulder muscles on forward shoulder posture in competitive swimmers. *Journal of Sport Rehabilitation*, 15(1), 58-70.
- Kolber, M. J., Beekhuizen, K. S., Santore, T., & Fiers, H. (2008). Implications for Specific Shoulder Positioning During External Rotator Strengthening. *Strength and Conditioning Journal*, 30(4), 12-16.
- Kronberg, M., Nemeth, G., & Brostrom, L. A. (1990). Muscle activity and coordination in the normal shoulder. An electromyographic study. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 257, 76-85.

- Leroux, J. L., Codine, P., Thomas, E., Pocholle, M., Mailhe, D., & Blotman, F. (1994). Isokinetic evaluation of rotational strength in normal shoulders and shoulders with impingement syndrome. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 304, 108-115.
- Ludewig, P. M., & Cook, T. M. (2000). Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Physical Therapy*, 80(3), 276-291.
- MacDermid, J. C., Ramos, J., Drosdowech, D., Faber, K., & Patterson, S. (2004). The impact of rotator cuff pathology on isometric and isokinetic strength, function, and quality of life. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 13(6), 593-598.
- Maglischo, E. W. (2003). *Swimming fasted, The essential reference on technique, training, and program design*. Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers, Inc.
- 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.
- Mayer, F., Horstmann, T., Baurle, W., Grau, S., Handel, M., & Dickhuth, H. (2001). Diagnostics with isokinetic devices in shoulder measurements – potentials and limits. *Isokinetics and Exercise Science*, 9(1), 19-25.
- Mayer, F., Horstmann, T., Kranenberg, U., Rucker, K., & Dickhuth, H. H. (1994). Reproducibility of isokinetic peak torque and angle at peak torque in the shoulder joint. *International Journal of Sports Medicine*, 15 Suppl 1, 26-31.
- 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.
- McMaster, W. C., Long, S. C., & Caiozzo, V. J. (1992). Shoulder torque changes in the swimming athlete. *American Journal of Sports Medicine*, 20(3), 323-327.

- 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.
- Niederbracht, Y., Shim, A. L., Sloniger, M. A., Paternostro-Bayles, M., & Short, T. H. (2008). Effects of a shoulder injury prevention strength training program on eccentric external rotator muscle strength and glenohumeral joint imbalance in female overhead activity athletes. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(1), 140-145.
- 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.
- O'Donnell, C. J., Bowen, J., & Fossati, J. (2005). Identifying and Managing Shoulder Pain in Competitive Swimmers. How to Minimize Training Flaws and Other Risks. *The Physician and SportsMedicine*, 33(9), pp. 27-35.
- 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.
- Ozçakar, L., Inanici, F., Kaymak, B., Abali, G., Cetin, A., Hasçelik, Z., et al. (2005). Quantification of the weakness and fatigue in thoracic outlet syndrome with isokinetic measurements. *British journal of sports medicine* 39(3), 178-181.
- Page, P., Labbe, A., & Topp, R. V. (2000). Clinical force production of thera-band® elastic bands. *Journal of Orthopedic & Sports Physical Therapy*, 30(1), 47-48.
- Pedegana, L. R., Elsner, R. C., Roberts, D., Lang, J., & Farewell, V. (1982). The relationship of upper extremity strength to throwing speed. *American Journal of Sports Medicine*, 10(6), 352-354.
- Perrin, D. H. (1986). Reliability of isokinetic measures. *Journal of Athletic Training*, 21, 319-321.

- Perrin, D., Haskvitz, E., & Weltman, A. (1991). Effect of gravity correction on isokinetic average force of the quadriceps and hamstring muscle groups in women runners. *Isokinetics and Exercise Science, 1*, 99-102.
- 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. *53th Annual Meeting of the American College of Sports Medicine*, 16-18.
- Radaelli, R., Bottaro, M., Weber, F., Brown, L., & Pinto, R. (2010). Influence of body position on shoulder rotator muscle strength during isokinetic assessment. *Isokinetics and Exercise Science, 18*(3), 119-124.
- Ramsi, M., Swanik, K. A., Swanik, C., Straub, S., & Maltacola, C. (2004). Shoulder-Rotator Strength of High School Swimmers Over the Course of a Competitive Season. *Journal of Sport Rehabilitation, 13*(1), 9-18.
- Reilly, M. F., Kame, V. D., Termin, B., Tedesco, M. E., & Pendergast, D. R. (1990). Relationship between freestyle swimming speed and stroke mechanics to isokinetic muscle function. *Journal of swimming research, 6*(3), 16-21.
- Reinold, M. M., Wilk, K. E., Fleisig, G. S., Zheng, N., Barrentine, S. W., Chmielewski, T., *et al.* (2004). Electromyographic analysis of the rotator cuff and deltoid musculature during common shoulder external rotation exercises. *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy, 34*(7), 385-394.
- Richardson, A. B., Jobe, F. W., & Collins, H. R. (1980). The shoulder in competitive swimming. *American Journal of Sports Medicine, 8*(3), 159-163.
- Roetert, E. P., Ellenbecker, T. S., & Brown, S. W. (2000). Shoulder internal and external rotation range of motion in nationally ranked junior tennis players: a longitudinal analysis. *Journal of Strength & Conditioning Research, 14*(2), 140-143.

- 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.
- Schlumberger, A., Laube, W., Bruhn, S., Herbeck, B., Dahlinger, M., Fenkart, G., et al. (2006). Muscle imbalances - fact or fiction? *Isokinetics and Exercise Science*, 14(1), 3-11.
- 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.
- Strasse, D., Wild, M., & Hahn, A. (1999). A comparison of maximal voluntary force during unilateral and bilateral arm extension in swimmers. In M. W. D. Strasse, and A. Hahn (Ed.), *Biomechanics and medicine in swimming VIII* (pp. 197-201). Amsterdam, Netherlands: Free University Press.
- 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.
- Swanik, K. A., Swanik, C. B., Lephart, S. M., & Huxel, K. (2002). The effect of functional training on the incidence of shoulder pain and strength in intercollegiate swimmers. *Journal of Sport Rehabilitation*, 11(2), 140-154.
- 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.
- Treiber, F. A., Lott, J., Duncan, J., Slavens, G., & Davis, H. (1998). Effects of Theraband and lightweight dumbbell training on shoulder rotation torque and serve performance in college tennis players. *American Journal of Sports Medicine*, 26(4), 510-515.
- Tucci, J. T., Carpenter, D. M., Pollock, M. L., Graves, J. E., & Leggett, S. H. (1992). Effect of reduced frequency of training and detraining on lumbar extension strength. *Spine*, 17(12), 1497-1501.
- Tyler, T. F., Nahow, R. C., Nicholas, S. J., & McHugh, M. P. (2005). Quantifying shoulder rotation weakness in patients with shoulder impingement. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 14(6), 570-574.
- Van de Velde, A., De Mey, K., Maenhout, A., Calders, P., & Cools, A. M. (2011). Scapular-muscle performance: two training programs in adolescent swimmers. *Journal of Athletic Training*, 46(2), 160-167.
- Wadsworth, D. J., & Bullock-Saxton, J. E. (1997). Recruitment patterns of the scapular rotator muscles in freestyle swimmers with subacromial impingement. *International Journal of Sports Medicine*, 18(8), 618-624.
- 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, C. H., McClure, P., Pratt, N., & Nobilini, R. (1999). Stretching and strengthening exercises: their effect on three-dimensional scapular kinematics. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 80(8), 923-929.

- Warner, J. J., Micheli, L. J., Arslanian, L. E., Kennedy, J., & Kennedy, R. (1990). Patterns of flexibility, laxity, and strength in normal shoulders and shoulders with instability and impingement. *American Journal of Sports Medicine*, 18(4), 366-375.
- Weldon, E. J., & Richardson, A. B. (2001). Upper extremity overuse injuries in swimming. A discussion of swimmer's shoulder. *Clinical Sports Medicine*, 20(3), 423-438.
- West, D., Sole, G., & Sullivan, S. J. (2005). Shoulder external- and internal-rotation isokinetic strength in master's swimmers. *Journal of Sport Rehabilitation*, 14(1), 12-19.
- Wilk, K. (1991). Isokinetic testing - Setup and Positioning. In *Biodex System II Manual, Applications/Operations*, Biodex System, Inc, New York, USA.
- Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2008). *Physiology of sport and exercise* (4th ed.).ampaign, IL: Human Kinetics.
- Yanai, T., & Hay, J. G. (1996). The mechanics of shoulder impingement in front-crawl swimming. *Medicine and science in exercise and sports*, 28(5), 183.
- Yanai, T., & Hay, J. G. (2000). Shoulder impingement in front-crawl swimming: II. Analysis of stroking technique. *Medicine Science in Sports & Exercise*, 32(1), 30-40.
- Zawadzki, J., Bober, T., & Siemieński, A. (2010). Validity analysis of the Biodex System 3 dynamometer under static and isokinetic conditions. *Acta of bioengineering and biomechanics*, 12(4), 25-32.

ANEXOS

ANEXO 1

AUTORIZAÇÕES

(Clubes, Enc. de Educação de atletas e grupo de controlo)

Pedido de Autorização

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

Considerando que na Natação Pura Desportiva as lesões nos ombros são muito comuns e com o objectivo geral de poder contribuir para o conhecimento nesta área, essencialmente ao nível da prevenção, propomo-nos avaliar os efeitos de uma época desportiva e do treino de compensação nos níveis de força muscular dos rotadores internos e externos dos ombros em jovens nadadores.

Para que possamos alcançar o objectivo mencionado, pretendemos avaliar nadadores (juvenis - masculinos) ao nível das possíveis descompensações existentes entre os músculos dos ombros, em 3 distintos momentos da época desportiva (início, meio e final da época). As avaliações serão efectuadas recorrendo a um aparelho de avaliação de força isocinética (Biodex System 3) e terão uma duração máxima de 30 minutos.

Estamos certos que os dados recolhidos serão de extrema importância, quer para o estudo que pretendemos realizar, quer para caracterizar os vossos nadadores na temática mencionada, prevenindo eventuais descompensações e lesões associadas.

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

Comprometemo-nos desde já a conciliar as avaliações e os momentos em que ocorrem com os técnicos responsáveis, para que não exista qualquer incompatibilidade entre as mesmas e os treinos dos nadadores implicados.

Agradecemos desde já a atenção dispensada e despedimo-nos com os melhores cumprimentos.

_____, ____ de _____ de 2008

O Responsável pela Investigação

(Mestre Nuno Batalha)

Autorização

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

Considerando que na Natação Pura Desportiva as lesões nos ombros são muito comuns e com o objectivo geral de poder contribuir para o conhecimento nesta área, essencialmente ao nível da prevenção, propomo-nos a avaliar os efeitos de uma época desportiva e do treino de compensação nos níveis de força muscular dos rotadores internos e externos do ombro em jovens nadadores.

Para que possamos alcançar o objectivo mencionado, pretendemos avaliar nadadores (juvenis) ao nível das possíveis descompensações existentes entre rotadores internos e externos dos ombros, em 3 distintos momentos da época desportiva. As avaliações serão efectuadas recorrendo a um aparelho de avaliação de força isocinética (Biodex System 3) e terão uma duração máxima de 30 minutos.

Este projeto será controlado e implementado por uma equipa de investigadores liderada pelo Prof. Dr. António Silva, integrando também o Prof. Dr. Armando Raimundo, Mestre Nuno Batalha e Prof. Dr. Pablo Tomas-Carus.

Vimos então pedir a sua colaboração, agradecendo desde já a disponibilidade e participação neste projeto. 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 projeto exposto, e autorizo o meu educando
_____ a colaborar no estudo supracitado.

_____, _____ de _____ de 2008

Assinatura _____

Nº de contacto (telemóvel) _____

Autorização

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

Considerando que em várias atividades desportivas as lesões nos ombros são muito comuns e com o objectivo geral de poder contribuir para o conhecimento nesta área, essencialmente ao nível da prevenção, propomo-nos a avaliar os efeitos de uma época desportiva e do treino de compensação nos níveis de força muscular dos rotadores internos e externos do ombro em jovens nadadores.

Para que possamos alcançar o objectivo mencionado, pretendemos avaliar nadadores (juvenis - masculinos) ao nível das possíveis descompensações existentes entre os músculos dos ombros, mas necessitamos também de avaliar um grupo de controlo, o qual deverá ser composto por jovens que não pratiquem modalidades desportivas federadas. É neste sentido que nos dirigimos a V. Exa, para que nos autorize a avaliar o seu educando, o qual preenche os requisitos necessários para fazer parte da nossa amostra. As avaliações decorrerão no pavilhão gimnodesportivo da Universidade de Évora, recorrendo a um aparelho de avaliação de força isocinética (Biodex System 3) e terão uma duração máxima de 20 minutos.

Este projeto será controlado e implementado por uma equipa de investigadores liderada pelo Prof. Dr. António Silva, integrando também o Prof. Dr. Armando Raimundo, Mestre Nuno Batalha e Prof. Dr. Pablo Tomas-Carus.

Vimos então pedir a sua colaboração, agradecendo desde já a disponibilidade e participação neste projeto. 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 projeto exposto, e autorizo o meu educando
_____ a colaborar no estudo supracitado.

_____, _____ de _____ de 2008

Assinatura _____

ANEXO 2

QUESTIONÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO DOS TÉCNICOS, CLUBES E TREINO

QUESTIONÁRIO

O presente questionário destina-se à recolha de dados complementares para a elaboração de uma tese de doutoramento na Universidade de Évora.

Considerando que na Natação Pura Desportiva as lesões nos ombros são muito comuns e com o objectivo geral de poder contribuir para o conhecimento nesta área, essencialmente ao nível da prevenção, propomo-nos avaliar os efeitos de uma época desportiva e do treino de compensação nos níveis de força muscular dos rotadores internos e externos dos ombros em jovens nadadores.

Para que possamos alcançar o objectivo mencionado, para além da avaliação directa efectuada com os jovens nadadores, necessitamos paralelamente de caracterizar o treino efectuado ao longo da época, razão principal da elaboração do presente questionário.

Solicitamos a sua colaboração, lendo atentamente todas as perguntas e respondendo com base no planeamento e periodização que efectuou para a **época de 2008/2009** com os seus atletas **juvenis masculinos**.

No sentido de facilitar a resposta a algumas das questões, apresentamos alguns dados que devem ser utilizados como referência.

Todos os dados que fornecer serão alvo da máxima confidencialidade, apenas sendo publicados valores comparativos da globalidade dos questionários.

Ficamos à disposição para qualquer esclarecimento, podendo ser contactados para nmpba@uevora.pt

Agradecemos desde já a sua disponibilidade.

Nuno Miguel Batalha

A. Caracterização do treinador responsável pela equipa de juvenis

1. Nome

1.1.	Nome	
------	------	--

2. Idade

2.1.	Idade	
------	-------	--

3. Género

3.1.	Género	
------	--------	--

4. Formação

4.1.	Treinador Nível 1 FPN	
4.2.	Treinador Nível 2 FPN	
4.3.	Treinador Nível 3 FPN	
4.4.	Treinador Nível 4 FPN	
4.5.	Licenciatura em Educação Física	
4.6.	Outra titulação (especificar)	

5. Experiência (anos de treino como técnico)

5.1.	Um a três anos	
5.2.	Quatro a seis anos	
5.3.	Sete a dez anos	
5.4.	Mais de dez anos	

B. Caracterização da totalidade da equipa

6. Constituição da equipa (indicar o número de elementos):

6.1.	Juvenis Femininos (1994)	
6.2.	Juvenis Masculinos (1993 e 1994)	
6.3.	Juniores Femininos (1992 e 1993)	
6.4.	Juniores Masculinos (1991 e 1992)	
6.5.	Seniores Femininos (1991 e mais velhas)	
6.6.	Seniores Masculinos (1990 e mais velhos)	
6.7.	Total de atletas femininos	
6.8.	Total de atletas masculinos	
6.9.	Total de atletas da equipa	

7. Composição da equipa técnica (indicar o número de elementos):

7.1.	Treinadores	
7.2.	Médicos	
7.3.	Fisioterapeutas	
7.4.	Psicólogos	
7.5.	Nutricionistas	
7.6.	Fisiologistas	
7.7.	Biomecânico	
7.8.	Outros (especificar)	

8. Localização da equipa:

8.1.	Associação de Natação do Norte de Portugal	
8.2.	Associação de Natação do Minho	
8.3.	Associação de Natação do Nordeste	
8.4.	Associação de Natação de Aveiro	
8.5.	Associação de Natação de Coimbra	
8.6.	Associação de Natação de Leiria	
8.7.	Associação de Natação de Santarém	
8.8.	Associação de Natação de Lisboa	
8.9.	Associação de Natação do Algarve	
8.10.	Associação de Natação da Madeira	
8.11.	Associação de Natação do Sul	

9. Propriedade das instalações utilizadas:

9.1.	Próprias (do clube)	
9.2.	Municipais	
9.3.	Privadas	

10. Tipologia das instalações utilizadas:

10.1.	Piscina de 25 metros	
10.2.	Piscina de 50 metros	
10.3.	Outra (especificar)	

11. Disponibilidade de espaços (número de nadadores por pista):

11.1.	Em piscina de 25 metros	
11.2.	Em piscina de 50 metros	

12. Outros equipamentos utilizados:

12.1.	Ginásio	
12.2.	Sauna	
12.3.	Posto médico	

13. O clube tem outras modalidades?

13.1.	Sim	
13.2.	Não	

C. Caracterização do treino do Juvenis Masculinos na Água

14. Divisão dos atletas por grupos de treino (especialidades):

Mencionar se o grupo estava dividido por especialidades: velocistas fundistas, meio fundistas, etc. Caso contrário, mencionar apenas um grupo.

14.1.	Número de grupos de treino	
-------	----------------------------	--

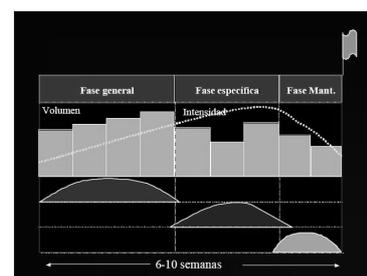
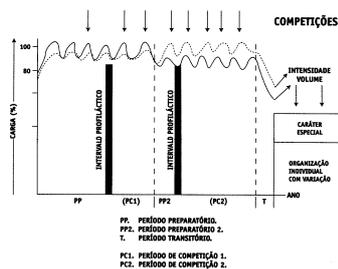
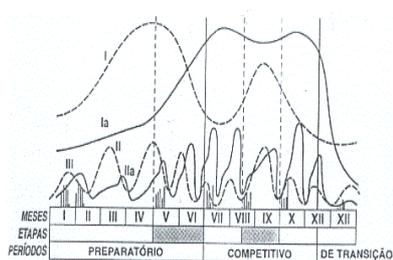
15. Caracterização dos grupos de treino:

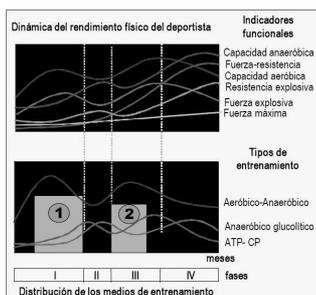
15.1.	Grupo A: Fundistas	
15.2.	Grupo B: Meio fundistas	
15.3.	Grupo C: Velocistas	

16. Qual o modelo de periodização que utilizou com a sua equipa juvenil?

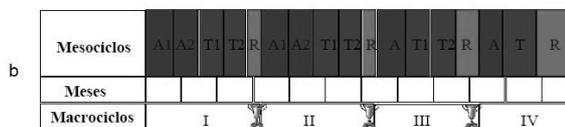
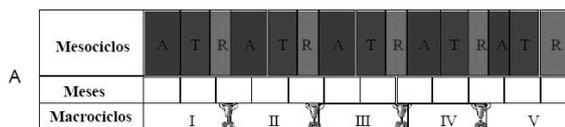
16.1.	Modelo tradicional de Matveiev (2 picos de forma)	
16.2.	Modelo modificado de Matveiev (3 picos de forma)	
16.3.	Modelo de alta intensificação de Tschiene	
16.4.	Modelo integrado de Navarro	
16.5.	Modelo de blocos de Verjoshanskij	
16.6.	Modelo ATR de Issurin e Kaverin	

Descrição dos modelos





Verjoshanskij



Issurin e Kaverin

17. Número de sessões de treino semanais:

17.1.	Juvenis	
-------	---------	--

18. Volume anual de treino:

18.1.	Até 1000 quilómetros	
18.2.	Entre 1000 e 1500 quilómetros	
18.3.	Entre 1500 e 2000 quilómetros	
19.4.	Mais de 2000 quilómetros	

19. Número anual de dias de treino:

19.1.	Número anual de dias de treino	
-------	--------------------------------	--

20. Volume médio semanal:

20.1.	Volume médio semanal	
-------	----------------------	--

21. Volume médio por sessão:

21.1.	Volume médio por sessão	
-------	-------------------------	--

22. Percentagem ou volume de trabalho em cada zona de treino:

Com base na proposta do quadro abaixo

ZONA DE TREINO	DESCRIÇÃO	FC	LACTATO	% VELOC
Aeróbio 1	Aquecimento e recuperação	Até 120 bpm	Menos de 2 mM/l	Menos de 70%
Aeróbio 2	Aeróbio Ligeiro (Treino de base aeróbia)	120-140 bpm	2 a 3 mM/l	70 a 80%
Aeróbio 3	Aeróbio Médio (Limiar anaeróbio)	150-165 bpm	4 a 5 mM/l	80 a 85%
Aeróbio 4	Aeróbio Intenso (VO2máx)	Máxima	6 a 9 mM/l	85 a 90%
Anaeróbio Láctico	Máxima Produção de Lactato + Toler. Láctica	Máxima	Mais de 9 mM/l	Mais de 90%
Anaeróbio Aláctico	Treino de sprint			Máxima

Até Março

22.1.	Aeróbio 1	
22.2.	Aeróbio 2	
22.3.	Aeróbio 3 (limiar aneróbio)	
22.4.	Aeróbio 4 (Vo2 máx)	
22.5.	Anaeróbio láctico (capacidade e potência)	
22.6.	Anaeróbio aláctico (capacidade e potência)	

Entre Março e Julho

22.7.	Aeróbio 1	
22.8.	Aeróbio 2	
22.9.	Aeróbio 3 (limiar aneróbio)	
22.10.	Aeróbio 4 (Vo2 máx)	
22.11.	Anaeróbio láctico (capacidade e potência)	
22.12.	Anaeróbio aláctico (capacidade e potência)	

23. Duração de cada sessão:

23.1.	Duração de cada sessão	
-------	------------------------	--

24. Volume de treino de Força na água:

Até Março

24.1.	Com palas	
24.2.	Com barbatanas	
24.3.	Outro material	

Entre Março e Julho

24.4.	Com palas	
24.5.	Com barbatanas	
24.6.	Outro material	

D. Caracterização do Treino fora de Água

25. Treino de força:

25.1.	Sim	
25.2.	Não	

26. Instrumentos utilizados:

25.1.	Máquinas de musculação	
25.2.	Pesos Livres	
25.3.	Elásticos	
25.4.	Aparelhos Isocinéticos	
25.5.	Peso do corpo	

27. Percentagem de treino de força por zonas:

25.1.	Força máxima - Hipertrofia	
25.2.	Força resistência	
25.3.	Força rápida	

28. Frequência:

25.1.	2 x semana	
25.2.	3x semana	
25.2.	4x semana	
25.2.	5x semana	
25.2.	Todas as sessões	

29. Para além do treino descrito, faz algum tipo de treino de força específico para os ombros?

25.1.	Sim	
25.2.	Não	

Se sim, com que materiais e com que frequência semanal?

E. Caracterização das competições

30. Picos de forma anual:

30.1.	Um	
30.2.	Dois	
30.3.	Três	
30.4.	Mais de três (especificar quantos)	

31. Número de competições anual:

31.1.	Até 15	
31.2.	Entre 15 e 20	
31.3.	Entre 20 e 25	
31.4.	Mais de 25	

32. Número médio de provas por cada nadador/competição:

32.1.	Menos de 4	
32.2.	Entre 4 e 6	
32.3.	Entre 6 e 8	
32.4.	Mais de 8	

ANEXO 3

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

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

Exemplo de uma aplicação:

Sexo	Masculino
Idade cronológica (IC)	12.6 anos
Estatura (E)	146.1 cm (55.9 in)
Massa Corporal (MC)	36.0 kg (83.0 lb)
Estatura Média Parental (EMP)	168.5 cm (66.3 in)

PROCEDIMENTOS

1. Consultar, nas tabelas abaixo apresentadas, 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 factores 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).

$$= -8.6055 + 55.9 * 0.63869 + 83.0 * (-0.016681) + 66.3 * 0.62279$$

$$= 67.1 \text{ in}$$

Valores redefinidos para predição da estatura matura para o **sexo masculino**.

Valores redefinidos para predição da estatura matura para o **sexo masculino**.

Chronological Age	β_0	Stature (in)	Weight (lb)	Midparent Stature (in)
4.0	-10.2567	1.23812	-0.087235	0.50286
4.5	-10.7190	1.15964	-0.074454	0.52887
5.0	-11.0213	1.10674	-0.064778	0.53919
5.5	-11.1556	1.07480	-0.057760	0.53691
6.0	-11.1138	1.05923	-0.052947	0.52513
6.5	-11.0221	1.05542	-0.049892	0.50692
7.0	-10.9984	1.05877	-0.048144	0.48538
7.5	-11.0214	1.06467	-0.047256	0.46361
8.0	-11.0696	1.06853	-0.046778	0.44469
8.5	-11.1220	1.06572	-0.046261	0.43171
9.0	-11.1571	1.05166	-0.045254	0.42776
9.5	-11.1405	1.02174	-0.043311	0.43593
10.0	-11.0380	0.97135	-0.039981	0.45932
10.5	-10.8286	0.89589	-0.034814	0.50101
11.0	-10.4917	0.81239	-0.029050	0.54781
11.5	-10.0065	0.74134	-0.024167	0.58409
12.0	-9.3522	0.68325	-0.020076	0.60927
12.5	-8.6055	0.63869	-0.016681	0.62279
13.0	-7.8632	0.60818	-0.013895	0.62407
13.5	-7.1348	0.59228	-0.011624	0.61253
14.0	-6.4299	0.59151	-0.009776	0.58762
14.5	-5.7578	0.60643	-0.008261	0.54875
15.0	-5.1282	0.63757	-0.006988	0.49536
15.5	-4.5092	0.68548	-0.005863	0.42687
16.0	-3.9292	0.75069	-0.004795	0.34271
16.5	-3.4873	0.83375	-0.003695	0.24231
17.0	-3.2830	0.93520	-0.002470	0.12510
17.5	-3.4156	1.05558	-0.001027	-0.00950

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).