



Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra

## Comparação da Razão de Força Excêntrica-Concêntrica dos Rotadores do Ombro entre Jogadores de Andebol e Futsal

Dissertação elaborada com vista à obtenção do Grau de Mestre em Fisioterapia,  
Especialização no Movimento Humano

**Orientadores:**

Professor Doutor Rui Soles Gonçalves

Professor Doutor Raúl Oliveira

**Autora:** Raquel Leal Loureiro

Coimbra, 2013

Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

## Agradecimentos

Perante o momento de entrega da tese de mestrado, olho para trás e vejo o longo caminho percorrido e o trabalho que houve e sei que só foi possível, porque à medida que foram decorrendo as diferentes etapas do estudo, fui me cruzando com pessoas que tornaram possível, ultrapassá-las.

A essas pessoas, deixo aqui o meu agradecimento:

Ao Prof. Doutor Raúl Oliveira, por ter aceite convite para me orientar na tese de mestrado e pela forma dedicada e disponível que demonstrou em todos os momentos. Não tenho palavras que cheguem para lhe demonstrar o meu agradecimento.

Ao Prof. Doutor Rui Soles Gonçalves, com o seu rigor científico, mudou a minha maneira de afirmar as minhas certezas! E pelo tempo que disponibilizou para juntos, montarmos o *set-up*.

Ao Doutor Todd Ellenbecker, por ter respondido aos meus emails com toda a clareza, simpatia e prontidão e com o seu nível internacional de especialista, me conseguiu ajudar a construir uma metodologia o mais correcta possível.

Ao Prof. Doutor Guillermo J. Noffal, por me ter respondido, no mesmo dia da recepção da minha carta, e pela disponibilização de uma imagem relativa ao *set-up* e que foi adoptada neste estudo.

Ao Dr. João Beckert, por me ter recebido com toda a amabilidade e me ter possibilitado realizar a recolha de dados na Unidade de Medicina Desportiva e de Controlo do Treino, integrada no Centro de Alto Rendimento do Jamor, no Complexo Desportivo Nacional do Jamor, do Departamento de Medicina Desportiva do Instituto Português do Desporto e Juventude. Não sei como teria realizado o estudo se não tivesse esta oportunidade!

Ao meu patrão, Mestre Marc Reis, que sempre se mostrou flexível e tornou possível trabalhar a tempo inteiro e realizar o ciclo de estudos do Mestrado na Escola Superior de Tecnologia de Saúde de Coimbra.

Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

A todos os atletas, que acederam em participar no estudo de forma voluntária, sem eles não seria possível constituir a minha amostra.

À minha mãe e irmã, por me terem apoiado agora e sempre, e em toda a minha vida.

Um especial agradecimento ao meu pai, por me ter educado de forma disciplinada e me ter tornado a pessoa exigente que sou. Lamento muito que não possa assistir a este momento.

Aos meus amigos, que me ajudaram de forma directa ou indirecta! Muitos deles, fazendo telefonemas e perdendo tempo, outros estando comigo nos momentos de pausa.

Um último agradecimento singular, ao Hugo Freire, que tantas tardes passou a ler ao meu lado, motivando-me para trabalhar na tese, mesmo quando estava um sol radioso lá fora.

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

### Resumo:

**Introdução:** A razão concêntrica-concêntrica da força dos rotadores do ombro (razão convencional) está estudada em atletas, com movimentos do membro superior em que a mão percorre trajectórias acima da cabeça, no entanto, existe pouca informação sobre a razão excêntrica-concêntrica (razão funcional). Existe uma lacuna de dados relativos às razões de força no ombro em modalidades de predomínio do membro inferior e pouca informação acerca do torque em momentos angulares específicos.

**Objectivo:** Determinar a diferença entre a razão funcional dos rotadores do ombro dominante em jogadores de andebol e futsal. Determinar as razões de força, em momentos angulares específicos. Averiguar a relação entre as amplitudes de rotação do ombro, as razões de força e a funcionalidade do membro superior.

**Metodologia:** Foi medido o pico torque dos rotadores do ombro em acções concêntricas e excêntricas e o torque a 30° de rotação interna, 0° de rotação e 45° de rotação externa do ombro, em 39 homens (20 do andebol e 19 do futsal) a 60, 120 e 180 °/s, utilizando um dinamómetro isocinético, *Biodex*. A rotação interna e externa activas foram medidas usando um goniómetro e foi aplicada uma escala de avaliação funcional – DASH.

**Resultados e Discussão:** Os jogadores de andebol apresentaram razões de força significativamente inferiores aos jogadores de futsal ( $0,98 \pm 0,21$  N·m versus  $1,18 \pm 0,24$  N·m;  $0,97 \pm 0,17$  N·m versus  $1,10 \pm 0,16$  N·m;  $1,10 \pm 0,22$  N·m versus  $1,35 \pm 0,32$  N·m, razões funcionais, no andebol versus futsal, a 60, 120 e 180°/s, respectivamente). Tal como razões mais baixas em momentos angulares específicos. As exigências físicas relacionadas com a corrida no futsal, poderão contribuir para o aumento da força dos rotadores externos do ombro. Não foi encontrada uma correlação entre razões de força, amplitude de movimento de rotação do ombro e funcionalidade do membro superior.

**Conclusão:** Os jogadores de andebol deste estudo apresentam ou um aumento da força concêntrica dos rotadores internos ou uma diminuição da força excêntrica dos rotadores externos (ou ambos), quando comparados com os jogadores de futsal. Incrementar a força excêntrica dos rotadores externos do ombro, poderá ajudar a prevenir lesões do ombro, através do ganho de um maior equilíbrio muscular.

**Palavras-chave:** dinamómetro isocinético; razão de força; músculos rotadores do ombro; andebol; futsal.

Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

**Abstract:**

**Introduction:** The concentric-to-concentric shoulder rotators strength ratio (conventional ratio) has been studied in overhead athletes but there is little information about the eccentric-to-concentric ratio (functional ratio). There is a lack of data about shoulder rotators ratio in lower extremity sports, and little information about torque/ratio in specific angles.

**Objectives:** To determine the difference between the shoulder rotators functional ratio in dominant upper limb in handball and futsal players. Determine the strength ratios at specific angles. Investigate the relation between shoulder active rotation mobility, strength ratios and upper limb function.

**Methodology:** Eccentric and concentric peak torque and torques at angles 30° of internal rotation, 0° of rotation and 45° shoulder external rotation of shoulder rotators were measured in 39 men (20 handball and 19 futsal players) at 60, 120 and 180 %s, using a Biodex isokinetic dynamometer. Internal and external shoulder active rotation was measured using goniometer and self-report questionnaire was administered - DASH.

**Results/ Discussion:** Handball players exhibited significantly lower strength ratios than futsal players in their dominant limb ( $0,98 \pm 0,21$  N·m versus  $1,18 \pm 0,24$  N·m;  $0,97 \pm 0,17$  N·m versus  $1,10 \pm 0,16$  N·m;  $1,10 \pm 0,22$  N·m versus  $1,35 \pm 0,32$  N·m, functional ratios in handball versus futsal, at 60, 120 e 180%/s, respectively). Handball players showed lower ratios at specific angles, than futsal players. The physical demands with the running in futsal may increase the external rotators strength. No correlation was found between strength ratios, shoulder rotation mobility and upper limb function.

**Conclusion:** The handball players of this study showed greater concentric internal rotation torque or lower eccentric external rotation torque (or both), compare with the futsal players. Increase eccentric external rotators strength may help to prevent shoulder injury by improve the balance ratio.

**Keywords:** isokinetic dynamometer; strength ratio; shoulder rotator muscles; handball; futsal.

Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

## Índice

Agradecimentos .....	iii
Resumo: .....	v
Abstract:.....	vi
Índice de Tabelas.....	viii
Lista de Abreviaturas .....	ix
1. Introdução .....	1
1.1 Enquadramento .....	1
1.2 Objectivos .....	4
1.3 Hipóteses.....	4
2. Revisão da Literatura.....	6
3. Materiais e Métodos .....	14
3.1 Amostra.....	14
3.2 Medições.....	15
3.3 Análise Estatística .....	22
4. Resultados .....	25
5. Discussão .....	41
6. Conclusões .....	58
7. Referências Bibliográficas.....	60
8. Apêndices e Anexos .....	67

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Estatística descritiva (média e DP) das variáveis, idade, altura e peso. ....	25
Tabela 2 - Distribuição das posições em campo, pelas modalidades. ....	26
Tabela 3 – Média e DP da experiência dos jogadores .....	27
Tabela 4 - Comparação do nível competitivo, desportivo e realização de musculação .	27
Tabela 5 – Média e DP do PT nas três velocidades, por grupos .....	28
Tabela 6 – Média e DP do <i>torque</i> na posição de 30° de rotação interna, nas três velocidades, por grupo .....	29
Tabela 7 – Média e DP do <i>torque</i> na posição dos 0° de rotação, nas três velocidades, por grupo .....	30
Tabela 8 – Média e DP do <i>torque</i> na posição de 45° de rotação externa, nas três velocidades, por grupo .....	31
Tabela 9 – Comparação da média e DP, da razão convencional .....	32
Tabela 10 – Comparação da média e DP da razão funcional .....	32
Tabela 11 – Comparação da média e DP da razão convencional, em três momentos angulares, a 60°/s. ....	33
Tabela 12 – Comparação da média e DP da razão funcional, em determinadas amplitudes, a 60°/s .....	33
Tabela 13 - Comparação da média e DP da razão convencional, a 120°/s, por momento angular .....	33
Tabela 14 - Comparação da média e DP da razão funcional a 120°/s, por momento angular .....	34
Tabela 15 - Comparação da razão convencional, a 180°/s, por momento angular .....	34
Tabela 16 – Diferenças da média e DP, da razão funcional, a 180°/s, em três momentos angulares.....	35
Tabela 17 – Comparação da média e DP das amplitudes activas de rotação do ombro em G1 e G2 .....	35
Tabela 18 – Comparação da média e do DP da DASH, DASH-T e DASH-D .....	36
Tabela 19 – Correlação de <i>Spearman</i> entre a DASH-D e a razão funcional (a 60, 120 e 180°/s).....	36
Tabela 20 – Correlação de <i>Spearman</i> entre a razão funcional e as amplitudes de rotação externa e interna.....	37
Tabela 21 – Correlação de <i>Spearman</i> entre a DASH-D e as amplitudes de rotação interna e externa.....	37
Tabela 22 – Posição média do PT concêntrico.....	39
Tabela 23 – Posição média do PT excêntrico.....	39
Tabela 24 – Correlação de <i>Spearman</i> entre as razões de força e a idade e entre as razões e a experiência .....	40

## Lista de Abreviaturas

con – contracção concêntrica

CF – coifa dos rotadores

CV – coeficiente de variação

DASH – Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand

DASH-D – módulo relativo ao desporto/ música da DASH

DASH-T – módulo relativo ao Trabalho da DASH

DI – dinamómetro isocinético

DP – Desvio Padrão

ecc – contracção excêntrica

ESTeSC – Escola Superior de Tecnologia de Saúde de Coimbra

G1 – grupo de atletas do andebol

G2 – grupo de atletas do futsal

GIRD – glenohumeral internal rotation deficit (défice de rotação interna do ombro)

ICC – coeficiente de correlação intraclasse

IPDJ – Instituto Português de Desporto e Juventude

MDD – menor diferença detectável

MSD – membro superior dominante

MSND – membro superior não dominante

NA – não aplicável

N·m – newton-metro

PT – pico torque

RE – rotadores externos

RE con/RI con – razão convencional: rotadores externos concentricamente/ rotadores internos concentricamente

RE ecc/RI con – razão funcional: rotadores externos excêntricamente/rotadores internos concentricamente

RMs – repetições máximas

RI – rotadores internos

ROM – amplitude de movimento

RsubMax – repetições sub-máximas, de familiarização

# 1. Introdução

## 1.1 Enquadramento

Em desportos como o baseball, o ténis, o andebol, vóleibol, a maioria dos gestos técnicos dominantes enquadram-se numa categoria de movimentos do membro superior, em que a mão descreve trajectórias por cima da cabeça (Pascoal & Tainha, 2006). Na literatura anglo-saxónica, os atletas destes desportos têm a designação de “*overhead athletes*” (Burkhart *et al.*, 2000; Cools *et al.*, 2005; Dwelly *et al.*, 2009; Wilk *et al.*, 2009). O andebol é uma destas modalidades que integra movimentos, como o passe curto, passe longo e remate. Estas actividades obedecem a uma sequência de acções designada por “ciclo de lançamento” (“*throwing cycle*”) (Wagner *et al.*, 2010). Para realizá-las é necessário um movimento combinado de abdução horizontal e rotação externa e posteriormente adução horizontal e rotação interna.

Para melhorar a *performance* destas tarefas os “*overhead athletes*” apresentam um conjunto de adaptações morfo-funcionais (Wilk *et al.*, 2009). Uma dessas adaptações é a deslocação do arco de movimento de rotação do ombro, para trás, adquirindo uma maior amplitude de rotação externa em detrimento de uma menor amplitude de rotação interna, no membro superior dominante (MSD), comparativamente ao membro superior não dominante (MSND) (Dwelly *et al.*, 2009; Ellenbecker *et al.*, 1996; Ellenbecker *et al.*, 2002; Herrington, 1998; Thomas *et al.*, 2009; Wilk *et al.*, 2009). Esse défice de rotação interna da gleno-umeral foi designado por GIRD e caracteriza-se pela perda de graus de rotação interna do ombro lançador, comparativamente com o ombro não lançador (Burkhart *et al.*, 2003b).

Estes desportos que requerem lançar/bater uma bola através do uso do membro superior, exigem uma grande coordenação muscular, elevada potência muscular, flexibilidade, um grande controlo neuromuscular e atingem-se velocidades de execução muito elevadas, gerando grandes forças sobre a articulação do ombro (Wilk *et al.*, 2009). A estabilidade da gleno-umeral durante a aceleração e desaceleração do membro superior é garantida pela coifa dos rotadores (CR) que actua excêntricamente para centrar a cabeça do úmero (Codine *et al.*, 1997).

Cook (1987) sugere que o aumento da assimetria do arco de rotação do ombro nos batedores do baseball pode levar a uma maior incapacidade dos rotadores externos (RE)

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

em providenciar uma protecção adequada, em resposta à instabilidade da gleno-umeral gerada pelo *stress* de bater a bola. Com o objectivo de verificar a existência do GIRD em jogadores de andebol e a influência deste no equilíbrio muscular dos rotadores do ombro, estas medições foram efectuadas.

Diferenças acentuadas entre os agonistas e antagonistas dos rotadores do ombro, podem ser associadas a um elevado número de lesões nesta articulação (Cook *et al.*, 1987). As lesões e/ou os sintomas de sobreuso no ombro são frequentes em desportos que requerem uma sobrecarga do membro superior (Ng & Lam, 2002; Noffal, 2003; Wilk *et al.*, 2009).

Existem várias formas de avaliar a força muscular, sendo uma dessas o uso do dinamómetro isocinético (DI). Embora o DI não reproduza as condições reais da prática desportiva, possibilita investigar a influência de vários factores na produção de força (Ellenbecker & Davies, 2000; Gonçalves & Pinheiro, 2004). Permite estabelecer perfis de força muscular, determinar o padrão funcional através da avaliação das acções concêntricas e excêntricas, determinar a diferença bilateral de força e a razão antagonista/agonista (Baltzopoulos & Brodie, 1989; Ellenbecker & Davies, 2000).

A razão de força antagonista/agonista pode ser estudada de forma convencional ou de forma funcional, em múltiplas articulações. A razão funcional dos rotadores do ombro, dado pelo rácio do *pico torque* (PT) dos rotadores externos (RE), a trabalhar excêntricamente (ecc), sobre o *pico torque* dos rotadores internos (RI), a trabalhar concêntricamente (con), doravante “RE ecc/ RI con”.

A razão RE ecc/ RI con tem um maior significado funcional, do que estudar apenas a razão convencional, dada pelo PT dos RE a trabalhar concêntricamente, sobre o o PT dos RI a trabalhar concêntricamente (RE con/ RI con). Uma vez que, através da análise electromiográfica foi possível verificar que, durante actividades desportivas, os músculos agonistas (RI) produzem movimento através da sua acção concêntrica para levar o membro para a frente, enquanto os antagonistas (RE), produzem trabalho excêntrico para controlar a acção dos agonistas e prevenir a sobrecarga do ombro (Kronberg *et al.*, 1990; Yildiz *et al.*, 2006). No entanto, e por haver um maior número de estudos até à data que aferiram a razão convencional, esta também foi caracterizada neste estudo para assim se ter uma comparação mais rica.

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

Tanto a razão funcional, como a convencional, são dadas pelo momento máximo ou PT, que corresponde ao valor mais elevado de momento de força, gerado numa articulação pela contracção muscular, numa determinada amplitude de movimento. O ângulo do momento máximo é a posição articular onde ocorreu o momento máximo. Um dos objectivos específicos deste estudo, foi perceber qual o ângulo do momento máximo, em três velocidades diferentes.

Implicando o gesto técnico do remate em salto no andebol, uma fase de preparação, seguida da fase de aceleração e outra desaceleração (Wagner *et al.*, 2010), achou-se pertinente estudar as razões de força em diferentes momentos angulares. Um dos objectivos deste estudo prendeu-se então, pela obtenção das razões de força a 30° de rotação interna do ombro, 0° de rotação do ombro e 45° de rotação externa do ombro.

É do senso comum que os sintomas nem sempre são acompanhados de alterações estruturais e que alterações estruturais podem ser assintomáticas. Jost *et al.* (2005) encontraram uma prevalência alta de alterações estruturais no ombro do *overhead athlete* (presente em 93% dos atletas). No entanto, apenas 37% destes eram sintomáticos. Para tentar perceber a funcionalidade do ombro no dia-a-dia do atleta, foi aplicado o instrumento de medida, *Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand* (DASH), que tem um módulo para medir o impacto de uma condição de saúde na funcionalidade do membro superior no desporto/música (DASH-D) e um módulo relativo ao trabalho (DASH-T) (ver anexo I) e que avalia a função física e sintomas do membro superior.

A comparação das razões de força em jogadores de andebol com praticantes de futsal, prende-se com algumas semelhanças das modalidades: mesmo recinto de jogo, mesmas balizas, idêntico número de jogadores de campo (7 jogadores no andebol versus 5 jogadores no futsal). Assim, esta comparação é entre indivíduos com um condicionamento físico semelhante, uma vez que a maioria dos artigos compara os *overhead athletes*, com a população sedentária (Cook *et al.*, 1987; Edouard *et al.*, 2009; Wong & Ng, 2009) ou com outros atletas inespecíficos, que não pratiquem modalidades com o gesto técnico acima da cabeça (Noffal, 2003). Constituiu-se um grupo “experimental”, composto por jogadores de andebol (G1), um grupo de “controlo fisicamente activo” composto por jogadores de futsal (G2).

Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

## 1.2 Objectivos

O principal objectivo deste estudo é comparar a razão funcional, no MSD, medida através do DI, em jogadores de andebol e jogadores de futsal.

Objectivos específicos:

- Comparar a razão funcional e a razão convencional, do MSD, a 60, 120 e 180°/s, nos dois grupos;
- Comparar a razão funcional e a razão convencional do MSD, em três momentos angulares (30° rotação interna, 0° de rotação e 45° de rotação externa), nas diferentes velocidades, nos dois grupos;
- Comparar as amplitudes activas de rotação externa, rotação interna e arco de rotação total, no MSD, nos G1 e G2;
- Comparar a função física e sintomas do membro superior (DASH; DASH-D; DASH-T), nos G1 e G2;
- Comparar o momento angular onde são atingidos os PT, nos G1 e G2;
- Estudar a correlação entre as razões funcionais obtidas e o *score* obtido na DASH-D, em G1;
- Estudar a correlação entre as razões funcionais e as amplitudes activas de rotação interna e externa do ombro, em G1;
- Estudar a correlação entre as amplitudes activas de rotação interna e externa do ombro e o *score* obtido na DASH-D, em G1;
- Estudar a correlação entre as razões de força e a idade e experiência.

Os instrumentos usados no estudo foram: o DI, para mensuração do PT (e da amplitude onde é atingido) e do *torque* em determinados momentos angulares; o goniómetro convencional, para medição de amplitudes activas de rotação do ombro; e a DASH para avaliar a funcionalidade do membro superior.

## 1.3 Hipóteses

Hipóteses comparativas:

- H1 – Espera-se que as razões funcionais sejam significativamente inferiores no G1, relativamente ao G2;

Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

- H2 – Espera-se que as razões convencionais sejam significativamente inferiores no G1, relativamente ao G2;
- H3 – Espera-se que as razões funcionais e convencionais dadas nos momentos angulares de 30° de rotação interna, 0° de rotação e 45° de rotação externa, sejam significativamente inferiores em G1, relativamente a G2;
- H4 – Hipotetiza-se que G1 apresente, de forma significativa uma maior amplitude activa de rotação externa e uma menor de rotação interna, que G2;
- H5 – Hipotetiza-se que G1 apresente um score na DASH-D significativamente mais alto, que em G2.
- H6 – Hipotetiza-se que o momento angular onde é atingido o PT seja diferente nos G1 e G2;

Hipóteses correlacionais:

- H7 – Conjectura-se que uma razão funcional baixa esteja correlacionada com um score mais alto na DASH-D, em G1;
- H8 – Conjectura-se que uma razão funcional baixa esteja correlacionada com maior amplitude activa de rotação externa e/ou um maior défice de rotação interna, em G1;
- H9 – Conjectura-se que um score mais alto na DASH-D esteja correlacionado com maior amplitude activa de rotação externa e/ou um maior défice de rotação interna, em G1;
- H10 – Conjectura-se que as razões convencional e funcional sejam mais baixas, conforme o indivíduo tenha mais anos e/ou experiência.

## 2. Revisão da Literatura

A gleno-umeral é a articulação de maior mobilidade, as suas superfícies articulares são esféricas e existe uma reduzida área de contacto entre as mesmas (Cartucho & Espregueira-Mendes, 2009). Esta grande mobilidade acarreta uma grande instabilidade. Os desportos que requerem lançar/bater uma bola através do uso do membro superior, exigem grande coordenação muscular, elevada potência muscular, flexibilidade, um grande controlo neuromuscular e atingem-se velocidades de execução muito altas, gerando forças muito elevadas sobre a articulação do ombro (Wilk *et al.*, 2009). No gesto de lançamento, a aceleração do membro superior é obtido através da acção concêntrica dos rotadores internos do ombro, e a estabilidade do ombro durante a desaceleração é garantida pelos RE que actuam excêntricamente para centrar a cabeça do úmero e prevenir o excesso de carga sobre o ombro (Codine *et al.*, 1997; Noffal, 2003).

É defendido que a presença de um bom equilíbrio muscular entre agonistas e antagonistas é importante para uma boa estabilização dinâmica do ombro (Wilk *et al.*, 2009). Para haver esse equilíbrio é necessário que os RE tenham pelo menos 65% da força dos RI, e que a razão RE/RI esteja entre 66% e 75% (Wilk *et al.*, 1997). A existência de défices ou desequilíbrios entre grupos musculares antagonistas está associada a um elevado número de lesões na articulação do ombro (Magalhães, et al., 2002; Schneider, et al., 2004(Cook *et al.*, 1987). As lesões no ombro são frequentes em desportos que requerem uma sobrecarga do membro superior (Ng & Lam, 2002; Noffal, 2003).

O ombro do atleta “*overhead*”, demonstra possuir características exclusivas, tais como: alteração da amplitude de movimento de rotação interna e externa do ombro (Dwelly *et al.*, 2009; Ellenbecker *et al.*, 2002; Herrington, 1998; Wilk *et al.*, 2011), adaptações ósseas (maior retroversão da cabeça do úmero) (Crockett *et al.*, 2002; Jost *et al.*, 2005), laxidão da cápsula antero-inferior da gleno-umeral (Wilk *et al.*, 2009), aumento da força dos RI, adutores do ombro e depressores da omoplata e diminuição da força dos RE, entre outros (Wilk *et al.*, 2009) e a postura e posição da omoplata (Burkhart *et al.*, 2003a; Thomas *et al.*, 2009).

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

Jost *et al.* (2005) demonstraram a existência de uma maior probabilidade de haver alterações estruturais, identificáveis por ressonância magnética nos ombros dos atletas executantes de lançamentos. Apesar de terem encontrado uma grande prevalência destas alterações estruturais (93% nos atletas “lançadores”), apenas 37% eram sintomáticos. As alterações típicas encontradas foram: a lesão parcial da coifa dos rotadores e um defeito osteocondral na região supra-lateral da cabeça do úmero.

Já Wilk (2009) numa extensa revisão sobre o ombro dos atletas lançadores, agrupou as várias lesões típicas em: lesões da CR (tendinopatias, bursite), roturas da CR (parcial, completa e *impingement* interno), lesões capsulares da articulação gleno-umeral (laxidão, instabilidade e capsulite), rotura superior do labrum (SLAP) (tipo I, II, III e IV e *peelback*), lesões ósseas (osteocondrite dissecante da glenoide e lesão de Bennet), lesão do tendão da longa porção do bíceps (tendinopatias e subluxação) e lesões neurovasculares (neuropatia do axilar, do longo torácico e síndrome do desfiladeiro).

Uma lesão desportiva é frequentemente definida como uma lesão ocorrida num treino ou jogo e que impeça de treinar/ jogar pelo menos uma vez (Byram *et al.*, 2010; Seil *et al.*, 1998).

Vários investigadores encontraram diferenças na razão dos rotadores do ombro entre o MSD e o MSND em diversas modalidades, tais como, andebol, basebol, ténis, vólei e badminton (Andrade *et al.*, 2010; Hurd *et al.*, 2011; Ng & Lam, 2002; Yildiz *et al.*, 2006).

Stickley *et al.* (2008) estudaram o PT dos rotadores do ombro em atletas femininas de voleibol e não encontraram diferenças nas razões de força consoante as diferentes idades. Os valores de PT concêntrico tanto para RE como para RI foram maiores no grupo com história de lesão anterior, enquanto que os valores de PT excêntrico foram mais elevados no grupo sem história de lesão. Estes dados podem indicar défices na reabilitação no ganho de força excêntrica (onde se produz mais força, mas onde também há mais risco de lesão). As participantes com história anterior de lesão produziram uma menor razão de força tanto funcional, como convencional. Neste estudo é interessante verificar o aumento da diferença entre a força dos RE e RI com o aumento da idade. Juneja *et al.* (2011) também encontraram diferenças significativas na força isométrica

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

dos RE em jogadores de críquete com e sem história de dor no ombro, e consequentemente na razão convencional, mas não na força dos RI.

Noffal (2003) demonstrou uma menor razão funcional no MSD, na população que pratica modalidades em que há o lançamento de uma bola, comparativamente com a população que não o faz. Estas diferenças na razão no MSD deste tipo de atletas, são explicadas pelo aumento de força dos RI do ombro, ou pela diminuição relativa da força dos RE, ou por ambos (Mendonça *et al.*, 2010; Yildiz *et al.*, 2006). Hughes (1999) afirmou não se encontrarem diferenças significativas nas razões de força dos rotadores do ombro, em indivíduos saudáveis não praticantes de actividade física.

Hurd *et al.* (2011) estudaram o perfil de força isométrica dos rotadores do ombro em lançadores de basebol (“*pitcher*”), através do uso do dinamómetro manual na posição de sentado. Encontraram diferenças significativas na força máxima, tanto dos RE como dos RI do MSD, comparado com o MSND, e diferenças na razão de força ER/IR. A força dos RE foi menor no MSD ( $p = 0,046$ ) e a força dos RI foi maior no MSD ( $p < 0,001$ ). A razão foi  $96 \pm 22$  para o MSD e  $105 \pm 23$  para o MSND ( $p < 0,001$ ).

Byram *et al.* (2010) avaliaram a força e registaram as lesões desportivas (relacionadas com o movimento de lançamento da bola) dos *pitchers* de basebol durante quatro épocas desportivas (2001 a 2005). Recorrendo ao dinamómetro manual para medir a força dos RE e RI em decúbito ventral, a força dos RE sentado e a força do supra-espinhoso (abdutores do ombro). Os autores demonstraram haver uma associação significativa do risco de lesão (com necessidade de intervenção cirúrgica) com a força dos RE em decúbito dorsal ( $p = 0,003$ ), a força dos RE sentado ( $p = 0,048$ ), a força do supra-espinhoso ( $p = 0,006$ ). A variável da força do supra-espinhoso também demonstrou ter uma associação significativa com a incidência de qualquer tipo de lesão no ombro (relacionada com o lançamento da bola) ( $p = 0,031$ ). A razão RE/RI e a incidência de lesão no ombro também demonstraram estar associadas ( $p = 0,051$ ).

Byram *et al.* (2010) demonstraram que quanto maior é a razão RE/RI, menor é a probabilidade de ter uma lesão relacionada com o movimento de arremessar a bola. Comparativamente os jogadores com menor força de supra-espinhoso ou RE têm uma maior probabilidade de ter uma lesão e que os jogadores com menor força dos RI têm menor probabilidade de lesão.

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

A modalidade do andebol é um dos desportos onde existe um sobreuso do MSD, tanto para passar como para rematar, num programa motor, frequentemente acima da cabeça. É um desporto olímpico desde 1972. É jogado por duas equipas de sete jogadores (seis jogadores de campo e um guarda-redes). O campo de jogo tem 40 por 20 metros e o jogo são duas partes de 30 minutos. O potencial de lesão está relacionado com o carácter do jogo e com a permissão de contacto físico, pelas regras do jogo. Os artigos que mencionam o rácio de lesões por jogador por ano, variam, mas é sempre consideravelmente alto, 0,47 por jogador de uma competição local e 0,54 por jogador de uma competição regional (Seil *et al.*, 1998) e 0,82 lesão/total de jogadores (Hoeberigs *et al.*, 1986).

Seil *et al.* (1998) estudaram a incidência e o tipo de lesão durante o treino e o jogo em 16 equipas de andebol e concluíram que o membro superior estava envolvido em 37% das lesões e o membro inferior em 54%. O joelho foi a articulação mais afectada, seguida dos dedos/mão, tornozelo e ombro. A incidência de lesões foi maior no MSD e igual nos membros inferior. Apesar do joelho ser articulação com um maior registo de lesões desportivas, quando foi avaliada a presença de sintomas de sobreuso, o ombro era a articulação com mais queixas, seguida da região lombar e joelho. Os sintomas de sobreuso eram comuns a grande parte dos jogadores (66%). Relativamente à incidência de lesões por posicionamento no campo, os pontas são os mais lesionados, seguidos do *pivot*, guarda-redes e finalmente centrais/laterais. Dos jogadores com sintomas de sobreuso, 89% eram centrais/laterais ou pontas.

Wilk *et al.* (2009) num estudo sobre as lesões do ombro em “*overhead athletes*” também referiram que nesta articulação são mais frequentes as lesões por fadiga ou sobreuso, do que as lesões traumáticas.

As acções repetidas vezes sem conta do gesto predominante no andebol, realizadas a alta velocidade, podem ser uma das razões para a elevada incidência de sintomas de sobreuso no ombro (Andrade *et al.*, 2010)

Andrade *et al.* (2010), num estudo realizado em jogadores de andebol não acharam diferenças na razão convencional entre o MSD e o MSND a três velocidades angulares diferentes. Já a razão funcional à velocidade mais alta em teste, 5,23 rad/s (300°/s), foi

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

significativamente menor ( $p = 0,005$ ) no MSD ( $1,54 \pm 0,41$  Newton-metro (N·m)) que no MSND ( $1,81 \pm 0,57$  N·m).

A razão funcional, é preditora do equilíbrio muscular, permitindo analisar se os antagonistas conseguem controlar excêntricamente o movimento e se os agonistas conseguem fazer o máximo de força possível, de modo a por exemplo imprimir velocidade a uma bola. Torna-se importante perceber se o PT dos antagonistas e agonistas, se dá na mesma amplitude articular, por exemplo, ambos em rotação externa do ombro. Ou seja, se a amplitude onde conseguimos realizar a máxima força com os agonistas do movimento é também a amplitude onde conseguimos realizar a máxima força com os antagonistas

A cinemática do lançamento de uma bola é composta por uma sequência de fases conhecidas como “*throwing cycle*” (Wagner *et al.*, 2012). Essas fases são: a preparação (que se pode subdividir em duas sub-fases “*initial and late cocking*”) onde o braço assume uma posição elevada e de rotação externa, seguida da aceleração do membro superior (“*acceleration*”) e por fim uma desaceleração do membro superior (“*desacceleration*”) (Wagner *et al.*, 2010; Wagner *et al.*, 2012). A definição das fases, varia de acordo com o autor (Digiovine *et al.*, 1992; Roach *et al.*, 2013; Wagner *et al.*, 2010).

Wagner *et al.*, (2010) descreveram as fases do ciclo de lançamento da seguinte maneira, “*arm cocking phase*”, é o tempo decorrido entre o máximo de flexão do joelho homolateral ao braço do remate e antes do aumento brusco da velocidade da bola; a fase seguinte “*arm acceleration phase*”, entre o fim da fase de preparação e a bola ser libertada. Por fim a fase “*arm deceleration phase*” definida como o tempo decorrido entre a bola ser libertada e o ângulo de rotação interna ser mínimo. Segundo Ribeiro (2012) na última fase a coifa dos rotadores contrai excêntricamente, com o objectivo de controlar e “travar” a rotação interna e adução horizontal.

Caruso *et al.*, (2012), numa aprofundada revisão da literatura sobre a fiabilidade do DI, nas diferentes articulações, também analisaram vários estudos (entre os quais se encontram os acima mencionados) apresentando o DI, como fiável para medir a força máxima concêntrica e excêntrica dos rotadores do ombro. Sendo tão mais fiável, quanto menor for a velocidade em teste e se estiver a ser avaliada a força concêntrica.

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

Caruso *et al.* (2012) referiram ainda que a escolha da melhor posição em teste varia consoante o estudo. Uma vez que há várias posições descritas para medir a força dos rotadores do ombro, sentado, em pé, ou em decúbito dorsal, é necessário ter em conta a fiabilidade de cada uma, na definição do protocolo.

Para além da posição em teste, é necessário considerar a velocidade angular (Ellenbecker & Davies, 2000). É do conhecimento geral, que diferentes velocidades, apresentam diferentes *picos de torque*. É assumido que baixas velocidades angulares estão relacionadas com uma grande produção de força, logo PT mais elevados e que velocidades mais elevadas estão associadas à coordenação neuromuscular, e que estão mais próximas do trabalho muscular realizado no dia-a-dia. O manual do dinamómetro sugere que se deva avaliar a força dos rotadores do ombro em atletas a 180, 300 e 450°/s e em pacientes ortopédicos a 60, 80 e 300°/s (*Biodex Medical Systems*).

Tradicionalmente o DI, é usado para determinar perfis de força (tanto concêntrica, como excêntrica, como isométrica), no entanto a sua aplicabilidade é mais diversificada. Ellenbecker & Davies (2000), numa revisão sistemática referiram que o DI pode ser usado tanto na avaliação (onde permite identificar défices de força menores a que o teste muscular não é sensível), como no tratamento de lesões no ombro. Nesta revisão, os autores demonstraram a eficácia do uso deste instrumento em fornecer informação clínica relevante sobre a *performance* muscular e que quando complementado, com o exame subjectivo e objectivo, e exercícios isocinéticos, pode ser uma ferramenta válida, para a avaliação, reabilitação e melhoria da *performance* do atleta.

A maioria dos atletas com gesto predominante acima da cabeça, apresentam uma diferença acentuada da amplitude de movimento de rotação externa e interna do ombro. Esta adaptação morfofuncional resulta numa excessiva rotação externa e a uma limitação da rotação interna, quando medidas a 90° de abdução (Dwelly *et al.*, 2009; Ellenbecker *et al.*, 2002; Herrington, 1998; Wilk *et al.*, 2011). A maioria dos estudos conduzidos nesta temática têm sido realizados sobre a população do baseball (Brown *et al.*, 1988; Ellenbecker *et al.*, 2002; Wilk *et al.*, 2011). No entanto existem estudos que recaem sobre atletas de outras modalidades (Ellenbecker *et al.*, 1996; Ellenbecker *et al.*, 2002; Shanley *et al.*, 2011; Torres & Gomes, 2009).

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

Torres & Gomes (2009), estudaram o GIRD, avaliando a diferença de rotação interna entre o MSD e o MSND, em atletas de ténis, natação e num grupo de controlo. Os primeiros foram os que apresentaram uma maior diferença entre o lado dominante e o lado não dominante,  $23,9 \pm 8,4^\circ$ , os segundos apresentaram em média  $12 \pm 6,8^\circ$ , enquanto que o grupo de controle apenas  $4,9 \pm 7,4^\circ$ . Demonstrando que o ombro dominante, apresentou sempre um défice de rotação interna quando comparado com o não dominante, e que o défice nos tenistas foi quase o dobro do que nos nadadores.

Ellenbecker *et al.* (2002) estudaram o GIRD em tenistas júniores de elite e lançadores de basebol, ambos do género masculino. Em ambos os grupos a rotação interna foi menor no ombro dominante, sendo a rotação externa maior no ombro dominante. Para além dos défices da rotação interna, o aumento de rotação externa do membro dominante, também foi estudado em jogadores internacionais de dardo, demonstrando um aumento significativo desta amplitude (Herrington, 1998). Uma das possíveis explicações para estas alterações, é um aumento da retroversão da cabeça do úmero. Em *pitchers* a retroversão em  $17^\circ$  no MSD (Crockett *et al.*, 2002; Wilk *et al.*, 2009) e em jogadores de andebol é de  $9,4^\circ$  (Pieper, 1998).

O excesso de rotação externa permite aos lançadores terem uma fase de preparação maior, aumentando o ciclo de alongamento-encurtamento e permitindo aos RI, gerar mais força concêntrica na fase de aceleração do lançamento de uma bola ou dardo (Herrington, 1998; Wilk & Arrigo, 1993). No entanto essas alterações da amplitude de movimento, com a repetição dos gestos de lançamento, podem potenciar uma instabilidade anterior, retracção da cápsula posterior e a uma situação patológica da coifa dos rotadores e/ou labrum glenoideu (Burkhart *et al.*, 2000).

O aumento da rotação externa e o GIRD estão associados a uma maior incidência de lesões no ombro (Wilk *et al.*, 2011), como as lesões do debrum glenoideu (Burkhart & Morgan, 1998; Burkhart *et al.*, 2000). É relevante avaliar e perceber se a um maior défice de rotação interna e/ou uma maior amplitude de rotação externa, está associado uma razão funcional mais baixa (um dos objectivos deste estudo).

Muito embora a maioria dos estudos onde foram efectuadas medições das amplitudes de rotação do ombro, tenham-no feito de forma passiva (Contreras *et al.*, 2011; Dwelly *et al.*, 2009; Ellenbecker *et al.*, 2002; Hurd *et al.*, 2011; Kaplan *et al.*, 2011; Thomas *et al.*,

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

2009; Wilk *et al.*, 2011), a medição da amplitude activa também é um indicador útil, mais ecológico, e que nos permite avaliar a rotação do ombro, a 90° de abdução. Embora em menor número, alguns investigadores avaliaram a amplitude activa de rotação do ombro (Herrington, 1998; Stuelcken *et al.*, 2008).

Para o fisioterapeuta interessa igualmente, perceber como o utente percepção a facilidade em realizar um movimento ou um conjunto de tarefas do dia-a-dia. Essa avaliação pode ser feita através da aplicação de instrumentos que medem o impacto que determinadas condições têm na capacidade da pessoa de se mover. Nos atletas poderá ser analisado pela capacidade para realizar determinado gesto técnico e a sua *performance*. Para avaliar esta percepção, nos atletas do andebol recorreu-se à aplicação de um instrumento específico de região (membro superior), a DASH.

Se for possível estabelecer uma associação entre determinados valores de razão e altos scores na DASH (grau elevado de incapacidade), poder-se-á indicar se o sujeito em causa, beneficiaria em integrar programas de prevenção ou reabilitação, por parte do fisioterapeuta. O que a nível da intervenção na saúde permite-nos actuar na prevenção secundária (detecção precoce de problemas em indivíduos aparentemente assintomáticos) e na prevenção terciária (limitando ou diminuindo as consequências de disfunções).

Assim, para além de se ter em conta, a força muscular (pelo medição do PT, dos valores das razões de força e das razões por momentos angulares) e a amplitude de movimento activo da rotação do ombro, também se enfatiza a percepção dos atletas quanto à sua capacidade de realizar tarefas/movimentos, sobretudo porque esta escala apresenta um módulo específico para desporto/música.

A integração e relação destas três variáveis, permite realizar uma avaliação mais global sobre a capacidade de se realizar gestos técnicos específicos, numa modalidade como o andebol, por comparação com outras modalidades (no caso, com o futsal).

A pertinência deste estudo centra-se em disponibilizar dados que possam ajudar a fundamentar a tomada de decisão do clínico, tanto na avaliação, como no tratamento/prevenção de lesões, ou mesmo na optimização da *performance* num contexto de segurança dos atletas das modalidades em estudo.

Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

### 3. Materiais e Métodos

#### 3.1 Amostra

A população em estudo foi composta por indivíduos de género masculino, com idade igual ou superior a 18 anos, federados numa das seguintes modalidades: andebol ou futsal.

Foi obtido de cada participante, por escrito, o consentimento informado, livre e esclarecido, num documento que continha a informação considerada relevante do estudo: enquadramento, explicação do estudo, condições e confidencialidade e anonimato (ver apêndice I).

Para a constituir a amostra os sujeitos foram divididos em dois grupos, consoante a modalidade praticada (G1 e G2). O grupo do andebol foi constituído por 20 sujeitos e o grupo do futsal foi constituído por 19, seleccionados de acordo com os critérios de inclusão e exclusão abaixo referidos:

Critérios de inclusão

- Ser federado de uma das seguintes modalidades, andebol ou futsal;
- Nível competitivo amador ou semi-profissional (atletas que são remunerados, mas essa não é a sua principal fonte de rendimentos);
- Nível desportivo: local ou nacional;
- Pertencer ao género masculino;
- Ter idade igual ou superior a 18 anos.

Critérios de exclusão:

- Ter sofrido de qualquer patologia e/ou sintomatologia respeitante a gleno-umeral e/ou escápulo-torácica, nos 12 meses anteriores ao estudo;
- Ter dor e/ou desconforto no MSD, no momento do consentimento informado ou no momento da avaliação;
- História anterior de cirurgia no membro em teste.

Estes critérios foram verificados pela aplicação de um questionário para o efeito (ver apêndice II), aquando da obtenção do consentimento informado.

### 3.2 Medições

Para interpretar correctamente resultado, é crucial que os dados sejam fiáveis. A fiabilidade depende da consistência da medida dos resultados. Meeteren et al. (2002) referem ser possível uma comparação unilateral ao longo do tempo quando o teste-reteste apresenta bons resultados.

Para as medições das variáveis do presente estudo foram utilizados: o DI, o goniómetro convencional e a DASH.

O DI utilizado foi o *Biodex Medical System 3 Pro*® (*Biodex Medical Systems, Inc., Shirley, NY, EUA*).

Apenas nas últimas três décadas, começou a ser estudada a fiabilidade do DI na avaliação de força do ombro. Numa revisão de 1992, sobre a fiabilidade do dinamómetro na avaliação das várias articulações, é referido não terem sido encontrados quaisquer artigos que estudassem a consistência das medidas do DI no ombro, havendo no entanto alguns artigos que explicitavam protocolos de avaliação de força (Nitschke, 1992).

Actualmente encontram-se publicados vários estudos que demonstram o DI como um instrumento válido e fiável, na avaliação da força dos músculos rotadores do ombro (Caruso *et al.*, 2012; Forthomme *et al.*, 2011; Frisiello *et al.*, 1994; Plotnikoff & MacIntyre, 2002).

Plotnikoff & MacIntyre (2002) obtiveram muito bons a excelentes resultados de fiabilidade (coeficiente de correlação intraclasse (ICC) = 0,82 - 0,97) para os RE e RI do ombro, tanto em contrações concêntricas como excêntricas (posição de sentado com o dinamómetro KinCom). A amostra consistia em 14 voluntários, com idades compreendidas entre os 27 e 35 anos, saudáveis, sem prática desportiva intensa.

Frisiello *et al.* (1994) também demonstraram a fiabilidade do DI Biodex (ICC = 0,75 a 0,86). Neste estudo, foi avaliado o teste-reteste sobre o PT dos rotadores do ombro em acções excêntricas, em 18 sujeitos saudáveis (dos 18 anos 30 anos). As velocidades em teste foram 90 e 120°/s e a posição em teste foi 0° de abdução do ombro, 90° de flexão do cotovelo, antebraço em posição neutra, com o sujeito colocado ao lado do DI, com

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

os pés à largura dos ombros. A amplitude em teste foi de 20° de rotação externa a 50° de rotação interna.

A goniometria é uma técnica de avaliação das amplitudes de movimento articular e ângulos. O goniómetro convencional possui um corpo (transferidor), um braço fixo e um braço móvel (Norkin & White, 1995). Para uma medição correcta as posições de teste devem ser bem consistentes e definidas, devem ser utilizados pontos de referência anatómicos para alinhar braços e fulcro do goniómetro (Norkin & White, 1995).

A fiabilidade do goniómetro convencional está mais estudada para a medição de amplitudes de movimento passivas do ombro (MacDermid *et al.*, 1999; van de Pol *et al.*, 2010), existindo poucos estudos que se referem à fiabilidade do goniómetro para medições de amplitudes activas do ombro. No entanto, é possível encontrar alguns como, Muir *et al.*, (2010) que referem que obtiveram bons resultados quanto à fiabilidade deste instrumento para medições de amplitude de movimento do ombro tanto passivas como activas, na posição de decúbito dorsal. O erro padrão da média variou entre 4°-7° para a confiabilidade intra-observador e 6°-9° para a confiabilidade inter-observador, a MDD variou entre 11°-16° para um avaliador e 14°-24° para dois avaliadores.

A DASH, é um instrumento que mede o impacto de uma condição de saúde na funcionalidade do membro superior, possui 30 itens e é de orientação negativa, em que zero corresponde à máxima funcionalidade e 100 a máxima incapacidade. Tem um módulo opcional que mede o impacto de uma condição de saúde na *performance* da pessoa a tocar um instrumento e/ou realizar desporto, bem como um módulo que mede o impacto de uma condição de saúde na *performance* da pessoa na sua actividade profissional (Hudak *et al.*, 1996). Encontra-se validada para a população portuguesa e possui valores psicométricos aceitáveis (reprodutibilidade,  $r = 0,89$ , alfa de Cronbach,  $\alpha = 0,95$  (Santos & Gonçalves, 2006).

### Procedimentos

As avaliações realizaram-se durante a segunda metade da época desportiva (2012-2013), no laboratório da Escola Superior de Tecnologia de Saúde de Coimbra (ESTeSC) e na Unidade de Medicina Desportiva e de Controlo do Treino, integrada no Centro de Alto Rendimento do Jamor, no Complexo Desportivo Nacional do Jamor, do

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

Departamento de Medicina Desportiva do Instituto Português do Desporto e Juventude (IPDJ) (após protocolo elaborado com esta entidade).

Todos os participantes foram informados a não realizarem um treino centrado na preparação física, no dia anterior à avaliação.

Primeiro foi avaliada a força concêntrica dos RI e RE e só depois a força excêntrica, uma vez que é mais fácil de compreender e executar o teste concêntrico. Este princípio é seguido maioritariamente na literatura encontrada (Andrade *et al.*, 2012; Noffal, 2003; Saccol *et al.*, 2010; Stickley *et al.*, 2008). Na avaliação da força excêntrica foi usado o modo reactivo, onde o sujeito necessita de fazer um torque mínimo para iniciar o movimento, correspondente a 10% do *torque button setting*. O torque máximo atingível estipulado para o DI foi de 150 N·m, portanto no modo reactivo excêntrico o sujeito para iniciar o teste, tinha de realizar 15N·m.

Numa revisão sobre a aplicabilidade do teste isocinético do complexo do ombro foi recomendado que se teste a força muscular num espectro de velocidades, para obter respostas sobre a capacidade muscular em diferentes condições (Ellenbecker & Davies, 2000). Optou-se então, por avaliar três velocidades, para que se possa estudar *picos de torque* mais elevados (a velocidade mais baixa), e velocidades mais elevadas, uma vez que o gesto técnico do remate/passe é executado a uma velocidade também elevada (Marques *et al.*, 2011). Assim, todos os testes foram realizados às velocidades de 60°/s, 120°/s e 180°/s, para medir a força máxima dos RI e RE. A sequência de avaliação nas diferentes velocidades foi, em todos os testes da mais baixa para a mais elevada, com o objectivo de ter um grau de dificuldade crescente.

Existem algumas questões metodológicas, relativas à avaliação da força máxima dos rotadores do ombro, usando um DI, que são unânimes na literatura, como as seguintes: cinco minutos de tempo de aquecimento prévio, duas a três repetições de familiarização e cinco repetições máximas (RMs) em teste (Andrade *et al.*, 2010; Mendonça *et al.*, 2010; Ng & Lam, 2002; Noffal, 2003; Stickley *et al.*, 2008; Yildiz *et al.*, 2006), por isso procedeu-se dessa maneira.

Alguns autores realizaram um minuto (1') de intervalo entre as séries (Andrade *et al.*, 2010) outros dois minutos (2') de descanso (Yildiz *et al.*, 2006), há ainda autores que

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

fazem pausas de cinco minutos (Stickley *et al.*, 2008), e outros que não são explícitos quanto a este aspecto na descrição do protocolo seguido. Uma vez que no protocolo deste estudo apenas são pedidas 5 RMs foi adoptado 1' de intervalo.

A posição de teste para avaliar a força máxima dos rotadores do ombro também não é unânime. Face à diversidade de protocolos Forthomme *et al.* (2011) avaliaram a reproductibilidade e a fiabilidade da avaliação da força concêntrica em três diferentes posições, a 60°/s e 240°/s, com o objectivo de demonstrar qual a posição que apresentava menores valores de coeficiente de variação (CV) e as menores diferenças detectáveis (MDD). O CV foi mais baixo nas posições de decúbito dorsal, a 90° e 45° de abdução, do que na posição de sentado para a força dos RE, quanto aos RI, os valores foram semelhantes. Quando avaliada a razão RE con/RI con, a reproductibilidade teve melhores valores em decúbito dorsal, 90° de abdução, CV= 7,6 e 7,8 (60°/s e 240°/s) e a fiabilidade também obteve os melhores valores nesta posição, SDD = 0,15 e 0,13 (60°/s e 240°/s). Dada a reproductibilidade e fiabilidade, os autores sugerem que para avaliar a força isocinética dos rotadores do ombro, deve ser usada a posição de decúbito dorsal, ombro a 90° de abdução no plano frontal, com o cotovelo flectido a 90°. Uma vez que não existe nenhum estudo semelhante para avaliações da força excêntrica, foi seguida a sugestão dos autores supracitados.

Esta posição, apesar de ser em decúbito dorsal, apresenta semelhanças com o gesto técnico de lançamento do andebol, como afirma Andrade *et al.* (2010) Nomeadamente os 90° de abdução e 90° de flexão do cotovelo, por oposição à posição de teste a 45° de abdução. Esta posição de teste não é a sugerida em nenhum dos protocolos aconselhados no manual de instruções do DI, no entanto é a mais usada na literatura (Ellenbecker & Roetert, 2003; Ng & Lam, 2002; Saccol *et al.*, 2010; Yildiz *et al.*, 2006), bem como a mais fundamentada (Forthomme *et al.*, 2011).

Para se proceder o teste na posição descrita, usando o dinamómetro *Biodex Medical System 3Pro®*, foi necessário, deitar as costas da cadeira em posição 0° (*seatback tilt*). Conforme as características antropométricas do sujeito, foi necessário ajustar a altura da cadeira; a altura da pega do antebraço; a posição da cadeira num plano horizontal, de maneira a alinhar o eixo do dinamómetro, com o centro de rotação da articulação da gleno-humeral (ver figura 1). Para se proceder à avaliação da força na amplitude de

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

rotação externa em teste, foi necessário colocar a pega para avaliações do ombro ao contrário no eixo do dinamómetro (*dynamometer shaft*) (a marca *left* da pega, na marca *right* do eixo e vice-versa). Foi necessário também colocar a devida estabilização do tronco com um cinto próprio para o efeito. Os sujeitos deitaram-se na cadeira, com os pés no apoio da cervical, de maneira a ficarem com o corpo na totalidade suportado pelo dinamómetro.



Figura 1

Onde existe menor conformidade entre os autores é na amplitude em teste em que se deve avaliar, até porque poderá ser variável, conforme o objectivo da investigação e da população em questão. Será sempre considerado os 0° de rotação do ombro (para facilitação de compreensão) quando o antebraço se encontra na vertical (perpendicular ao chão).

Noffal (2003), avaliou 150° de amplitude total, sendo 60° de rotação interna e 90° de rotação externa. Yildiz et al., (2006) ao estudarem os atletas com gesto predominante acima da cabeça, apenas avaliaram uma amplitude de 20° de rotação externa até aos 90° de rotação interna, advocating que estas são as amplitudes mais comuns nos gestos técnicos desta população. Andrade *et al.* (2010), num estudo com jogadores de andebol, por sua vez avaliaram a força numa amplitude de 120° (60° de rotação interna a 60° de rotação externa). Ng & Lam (2002) mediram a força numa amplitude de 90° de rotação externa a 40° de rotação interna, em jogadores de badminton. Ellenbecker & Roetert, (2003), num estudo que traçou o perfil de força da rotação do ombro, conforme a idade em jogadores de ténis, avaliaram numa amplitude de 155°, 0 – 90° de rotação externa e

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

dos 0° aos 65° de rotação interna, arco de rotação semelhante ao estudo de Noffal (2003).

Uma vez que parece interessante obter a variação do *torque* ao longo da máxima amplitude disponível, as avaliações realizaram-se numa amplitude de 145° (65° de rotação interna aos 80° de rotação externa), obtendo assim um maior número de dados para análise posterior. Todos os testes foram iniciados em rotação interna.

A correção da gravidade não é necessária, dada a posição de teste (Ellenbecker & Mattalino, 1997) e a calibração do dinamómetro foi testada a cada sujeito. O comando verbal foi igual para todos os participantes.

O DI possui uma opção que permite escolher o controlo da desaceleração da extremidade em teste (*“cushion control”*). A máquina oferece uma possibilidade de decisão entre o zero e o dez (do mais forte para o mais suave) A escolha do zero (*“hard cushion”*) permite reduzir a desaceleração da ROM ao mínimo possível e potenciar o espectro de *torque* mantido à velocidade em teste (Brown *et al.*, 1995) é o recomendável quando se está a testar a força (Biodex Medical Systems). Neste protocolo foi escolhido o mais forte (*“hard cushion”*).

Embora não tenham sido encontrados artigos na literatura sobre o *torque* em determinados momentos angulares, parece igualmente importante analisar se o equilíbrio muscular se mantém ou difere ao longo da amplitude do gesto funcional. Por essa razão e tendo em conta o gesto técnico do andebol, optou-se por verificar também o *torque* a 45° de rotação externa (preparação – *cocking*), a 0° graus de rotação do ombro, desaceleração e amplitude média, onde é mais vantajoso para produzir força, devido à maior possibilidade de pontes actina – miosina e 30° de rotação interna, que irá corresponder a um momento de desaceleração. Estes momentos angulares parecem igualmente adequados, dado a amplitude em teste ocorrer entre 80° de rotação externa e os 65° de rotação interna, fazendo com que o momento angular dos 45° de rotação externa se situe, sensivelmente, a meio da amplitude em teste de rotação externa. Por sua vez o momento angular dos 30° de rotação interna, situa-se a meio da amplitude de rotação interna em teste e os 0° de rotação, posição neutra entre as rotações. O facto da escolha destes momentos angulares não se situarem perto dos extremos das amplitudes em teste, permite ter uma maior confiança no pressuposto que o indivíduo já terá

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

atingido a velocidade angular em teste e por isso já irá fornecer *torques* verdadeiramente isocinéticos.

A posição para medir as amplitudes activas de rotação do ombro dominante, com recurso a um goniómetro universal, foi posição de decúbito dorsal numa marquesa, 90° de abdução do ombro, cotovelo a 90° de flexão e o antebraço na vertical (pronado), o que permite a posição neutra para a rotação, como está descrito na literatura (Ellenbecker & Roetert, 2003; Ellenbecker *et al.*, 2002; Wilk *et al.*, 2011). O eixo do goniómetro foi alinhado com o eixo longo do úmero, com a ponta mais distal do olecrâneo a ser a referência superficial para o alinhamento. O braço fixo do goniómetro foi colocado na vertical e o braço móvel alinhado com o aspecto lateral do cúbito. A amplitude de rotação interna era medida até ao ponto em que o avaliador observava que o aspecto postero-lateral do acrómio começava a destacar-se da marquesa e/ou perante a existência de compensações, tanto no ombro como na omoplata. Realizaram-se três medições para cada rotação, para posteriormente se calcular a média. O avaliador foi sempre o mesmo e não era cego aos objectivos do estudo, o goniómetro também foi sempre o mesmo.

### Protocolo:

- Auto-preenchimento da DASH;
- Medição das amplitudes activas de rotação do ombro dominante;
- Aquecimento através de exercícios activos de movimentação do ombro nas várias direcções possíveis com recurso a *therabands* e *push-ups* (2 séries de 10 repetições de cada exercício, grupos musculares solicitados: RI, RE e abdutores);
- Colocação na posição de teste, com a devida estabilização em torno no peito (ver figura 1);

### Protocolo de medição de força concêntrica

- 3 repetições sub-máximas de familiarização ( $R_{subMax}$ ), com o objectivo de dar a conhecer ao sujeito a amplitude de movimento e a velocidade em teste do DI;
- 5 RMs, a 60°/s;
- 1' de intervalo;
- 3  $R_{subMax}$ , a 120°/s;

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

- 5 RMs, a 120°/s;
- 1´ de intervalo;
- 3 RsubMax a de 180°/s
- 5 RMs, a 180°/s
- 2´de intervalo (tempo médio para mudar de protocolo e fazer os ajustes necessários)

### Protocolo de medição de força excêntrica

- 3 RsubMax à velocidade de 60°/s
- 5 RMs, a 60°/s;
- 1´ de intervalo;
- 3 RsubMax a 120°/s;
- 5 RMs a 120°/s;
- 1´ de intervalo;
- 3 RsubMax a 180°/s;
- 5 RMs a 180°/s
- Alongamentos gerais, para os rotadores do ombro.

### 3.3 Análise Estatística

Os valores do PT foram extraídos da base de dados do DI, num ficheiro txt, este ficheiro foi analisado com o programa *Acqknowledge 4.1*. A maioria dos artigos publicados nesta área não fazem referência a se realizaram ou não a filtragem dos dados (Andrade *et al.*, 2010; Edouard *et al.*, 2009; Mendonça *et al.*, 2010; Stickley *et al.*, 2008; Yildiz *et al.*, 2006). No entanto, foi realizada a suavização da curva do *torque*, através da opção “*smoothing*” a nove amostras, com a sub-opção “*mean value smoothing*”, para garantir que os valores de *torque* não são consequência de ruídos. Foram escolhidas as nove amostras, uma vez que o manual do DI usa por defeito as nove amostras, quando é escolhida a janela “*filtered*”.

O DI Biodex tem um windowing por defeito, em que apenas são reportados os valores acima de 70% da velocidade angular em teste (Biodex Medical Systems).

Wilk *et al.*, (1992) estudaram a diferença entre optar por uma janela de valores ou não optar por nenhuma janela (“*windowed versus nonwindowed*”) relativamente aos dados

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

do *torque* dos adutores e abdutores do ombro a 180°/s e a 300°/s. Estes autores concluíram que uma janela de 95% em que só são tidos em conta os valores de *torque* que estejam a pelo menos 95% da velocidade em teste, gerava resultados estatisticamente diferentes de usar, sem janela. E que à medida que a velocidade aumenta, esta diferença acentua-se. Na velocidade de 300°/s os resultados do torque sem janela foram sensivelmente 50% mais elevados que os dados com a janela a 95%. Esta diferença pode ser explicada pelo fenómeno *overshoot* que ocorre perto do final das amplitudes em teste, devido às forças oscilatórias na mudança de movimento (Tredinnick & Duncan, 1988; Wilk *et al.*, 1992).

Para garantir que os valores de torque se encontravam numa verdadeira velocidade isocinética foi usado o *windowed* a 95%. Assim, a 60°/s foram considerados os valores de torque com uma velocidade angular acima de 57°/s, a 120°/s, foram considerados os valores de torque com uma velocidade angular acima de 114°/s e na velocidade de 180°/s foram considerados os valores de torque acima de 171°/s. Uma vez que é possível atingir valores de torque muito elevados se não se tiver atingido a velocidade isocinética, este processo foi considerado muito importante para os dados serem considerados válidos e comparáveis.

Este estudo é transversal, uma vez que apenas existiu um momento de avaliação de várias variáveis. Segundo Payton (1988) este estudo tem um carácter descritivo, na comparação das variáveis nos dois grupos e um carácter correlacional, na associação do comportamento das variáveis. É portanto um estudo não experimental.

As variáveis em estudo são: a razão RE ecc/RI con e a razão RE con/RI con, ambas a 60°/s, 120°/s e 180°/s; Estas razões, mas em determinados momentos angulares, dadas pelo *torque* nessas posições, ou seja RE ecc /RI con, na posição de 0° de rotação, 45° de rotação externa e 30° de rotação interna a 60°/s, 120°/s e 180°/s e RE con/RI con, nas mesmas amplitudes e nas três velocidades; Amplitudes activas de rotação externa, de rotação interna e arco total de rotação; *Score* na DASH, na DASH-D e DASH-T. Estas variáveis são métricas, uma vez que são quantitativas e contínuas.

Uma vez que a amostra foi constituída por dois grupos de 20 e 19 sujeitos cada, não se pode recorrer ao teorema do limite central, que nos diz que a distribuição da média amostral é aproximadamente normal. Assim foi realizado o teste de aderência à

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

normalidade de *Shapiro-Wilk* (Laureano, 2011). Quanto à estatística comparativa nas variáveis que apresentam uma distribuição normal ( $\text{sig} \geq 0,05$ ) o teste paramétrico *T-Test* para amostras independentes é o adequado. Nas variáveis que estes pressupostos não estão verificados o teste não paramétrico de *Mann-Whiney U* é o mais assertivo. Quanto à estatística correlacional, se as variáveis apresentarem uma distribuição normal, a escolha correcta é o coeficiente de correlação de *Pearson* e se a distribuição não for normal, a escolha deverá ser o coeficiente de correlação de *Spearman* (Laureano, 2011).

O nível para a rejeição da  $H_0$  para todos os testes estatísticos foi fixado em  $\alpha = 0,05$ .

Procedimentos estatísticos descritivos foram utilizados para caracterizar a amostra e as diferentes variáveis em estudo, em termos de tendência central (média e desvio padrão (DP)). Para realizar o processamento estatístico foi usado o *SPSS PASW Statistics18*.

#### 4. Resultados

Inicialmente foram avaliados 40 sujeitos, no entanto foi necessário excluir um sujeito do grupo do futsal, uma vez que este sentiu um desconforto acentuado, sempre que realizou o movimento de rotação externa, devido a uma luxação no ombro, há 3 anos.

Para a escolha do teste estatístico foi realizado o teste de *Shapiro-Wilk*. O teste foi aplicado de forma isolada conforme a tipologia das variáveis. As variáveis isocinéticas apresentaram, globalmente uma distribuição normal e foi escolhida a estatística paramétrica *T-Test*. As variáveis relacionadas com as amplitudes articulares apresentaram todas uma distribuição normal, e o mesmo teste foi adoptado. Quanto às variáveis relacionadas com a funcionalidade do membro superior, apresentaram todas uma distribuição não normal e por essa razão foi seguida a estatística não paramétrica de *Mann-Whiney U*. Para as hipóteses correlacionais, Laureano (2011) refere que apenas deverá ser adoptado o coeficiente de correlação de *Pearson* se todas as variáveis apresentarem uma distribuição normal, caso contrário a escolha deverá ser o coeficiente de correlação de *Spearman*. Uma vez que nas diferentes hipóteses correlacionais houve sempre, pelo menos uma, variável com uma distribuição não normal, foi escolhido o coeficiente de correlação de *Spearman*.

A amostra deste estudo foi constituída por 39 sujeitos, jogadores de andebol ou futsal, amadores ou semi-profissionais, divididos em dois grupos independentes, G1 e G2. A caracterização da amostra quanto à idade, altura e peso, encontra-se na tabela 1.

Tabela 1 - Estatística descritiva (média e DP) das variáveis, idade, altura e peso.

	Grupo	Idade (anos)	Altura (cm)	Peso (kg)
Andebol (G1)	Média	25,45	180,98	78,90
	N	20	20	20
	DP	6,48	7,03	10,89
Futsal (G2)	Média	25,47	176,63	72,58
	N	19	19	19
	DP	4,94	4,35	6,83
Total	Média	25,46	178,86	75,82
	N	39	39	39
	DP	5,71	6,21	9,57

Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

Face ao membro superior dominante foram incluídos na amostra deste estudo 34 destros e 5 canhotos. Os 5 canhotos estavam distribuídos da seguinte maneira: quatro no grupo de andebolistas e um no grupo de jogadores de futsal.

Quanto à distribuição da frequência relativa à posição específica no campo de andebol e futsal, obteve-se uma grande variedade. É possível verificar que no futsal é mais comum os jogadores fazerem mais que uma posição, até porque só se encontram em campo quatro jogadores de cada vez, mais um guarda-redes. As posições das duas modalidades são diferentes, com funções distintas e normalmente diferenciam-se pela designação, excepcionalmente temos: o guarda-redes e o *pivot*. No futsal temos ainda: o ala e fixo e no andebol temos: os pontas (direita e esquerda), os laterais (direito e esquerdo) e o central. Universal é o jogador que tem competências para jogar em várias posições, conforme a necessidade e estratégia do próprio jogo. Na tabela 2 pode-se verificar a distribuição da amostra nas posições em campo. Quando essa posição não se aplica para a modalidade, esta escrito “não aplicável” (NA).

Tabela 2 - Distribuição das posições em campo, pelas modalidades.

		Grupo	
		Andebol	Futsal
		número	número
Posição em campo	Ala	NA	5
	Ala/ Pivot	NA	3
	Central	4	NA
	Fixo	NA	3
	Fixo/ Ala	NA	3
	Guarda-redes	0	2
	Lateral	2	NA
	Lateral Direito	4	NA
	Lateral Esquerdo	1	NA
	Pivot	2	1
	Ponta	1	NA
	Ponta Direita	2	NA
	Ponta Esquerda	2	NA
	Ponta Esquerda/ Pivot	1	NA
	Universal	1	2

Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

A frequência de treinos por semana da amostra analisada era relativamente homogénea com uma variação entre 2 e 5 por semana, sendo que 82,1% da amostra total efectuava três treinos por semana e a duração dos mesmos, era de 90 minutos para todos. A experiência dos jogadores, dada pelo número de anos na modalidade também era semelhante, como se pode ler na tabela 3.

**Tabela 3 – Média e DP da experiência dos jogadores**

Grupo	Média	Número	DP	Range
Andebol	14,90	20	5,609	20
Futsal	11,47	19	6,095	23
Total	13,23	39	6,028	25

Quanto ao nível competitivo, pode-se verificar na tabela 4, que é muito semelhante nos dois grupos, sendo que a maioria dos atletas é amador, ou seja não recebe uma retribuição financeira para praticar a modalidade. O nível desportivo também é semelhante, jogando quase todos os atletas em campeonatos nacionais, embora no futsal haja sete atletas que apenas jogam em competições locais/distritais, contra apenas três do andebol, a jogarem nestas condições. A musculação também foi mais praticada pelo grupo do andebol.

**Tabela 4 - Comparação do nível competitivo, desportivo e realização de musculação**

		Grupo	
		Andebol	Futsal
		número	número
Nível competitivo	amador	13	12
	profissional	0	0
	semi-profissional	7	7
Nível desportivo	local	3	7
	nacional	17	12
	internacional	0	0
Musculação	sim	10	2
	não	10	17

Embora o objecto de estudo se centre nas razões de força, de seguida, apresenta-se a média e o DP do PT para se poder analisar os valores que deram as razões de força (tabela 5).

Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

Tabela 5 – Média e DP do PT nas três velocidades, por grupos

	Grupo	N	Média	DP
PT dos RE con a 60°/s	andebol	20	38,7735	8,02277
	futsal	19	33,9074	5,99443
PT dos RI con a 60°/s	andebol	20	52,3490	14,34758
	futsal	19	39,6079	12,74752
PT dos RE ecc a 60°/s	andebol	20	49,5060	9,92469
	futsal	19	44,7389	8,82444
PT dos RI ecc a 60°/s	andebol	20	61,3530	15,95389
	futsal	19	54,0974	17,31025
PT dos RE con a 120°/s	andebol	17	35,8371	5,86647
	futsal	13	33,3492	4,86921
PT dos RI con a 120°/s	andebol	17	51,0159	11,78921
	futsal	13	42,2977	12,08964
PT dos RE ecc a 120°/s	andebol	17	48,6200	8,63530
	futsal	13	45,5115	9,48895
PT dos RI con a 120°/s	andebol	17	62,1729	16,41434
	futsal	13	55,8254	17,86497
PT dos RE con a 180°/s	andebol	20	33,7495	6,65441
	futsal	19	28,3163	5,66202
PT dos RI con a 180°/s	andebol	20	46,8650	11,98744
	futsal	19	33,9947	12,16296
PT dos RE ecc a 180°/s	andebol	19	51,5505	8,45183
	futsal	18	44,4644	10,25357
PT dos RI ecc a 180°/s	andebol	20	59,6045	15,96791
	futsal	18	50,0094	17,32149

Como se pode verificar pelo n amostral na tabela 5, na velocidade de 120°/s existem menos 10 sujeitos, 6 do futsal e 3 do andebol. Isto deve-se ao facto de inicialmente se ter estudado a força máxima dos rotadores do ombro a 60, 180 e 240°/s, no entanto após a primeira análise dos dados, verificou-se que a maioria dos atletas em estudo não conseguia atingir torques na velocidade angular mais alta. Assim, optou-se por se estudar a 60, 120 e 180°/s daí em diante.

Para se poder analisar o *torque* (média, DP) nos três momentos angulares escolhidos, obteve-se por fazer tabelas individuais para cada momento angular. Assim, na tabela 6 pode-se ler os valores de *torque* aos 30° de rotação interna, na tabela 7 encontram-se os

Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

valores de *torque* aos 0° de rotação do ombro e por fim na tabela 8, os valores de *torque* aos 45° de rotação externa.

**Tabela 6 – Média e DP do *torque* na posição de 30° de rotação interna, nas três velocidades, por grupo**

	Grupo	N	Média (Nm)	DP
Torque dos RE con a 60°/s	andebol	20	33,3545	9,68728
	futsal	19	29,4768	6,54718
Torque dos RI con a 60°/s	andebol	20	44,6940	11,02394
	futsal	19	35,1774	9,54514
Torque dos RE con a 120°/s	andebol	17	31,7059	6,54561
	futsal	13	29,4638	4,75231
Torque dos RI con a 120°/s	andebol	17	44,2759	9,83085
	futsal	13	34,7808	10,75850
Torque dos RE con a 180°/s	andebol	20	29,0065	8,05149
	futsal	19	25,3216	4,95424
Torque dos RI con a 180°/s	andebol	20	38,8835	12,09839
	futsal	19	28,8142	12,40358
Torque dos RE ecc a 60°/s	andebol	20	35,1900	9,15749
	futsal	19	30,2953	8,10092
Torque dos RI ecc a 60°/s	andebol	20	52,4405	13,54164
	futsal	19	44,3832	10,39826
Torque dos RE ecc a 120°/s	andebol	17	34,3353	8,59300
	futsal	13	30,4108	10,88864
Torque dos RI ecc a 120°/s	andebol	17	51,3024	12,07624
	futsal	13	45,3908	10,16019
Torque dos RE ecc a 180°/s	andebol	19	35,1800	10,76061
	futsal	17	32,9306	10,45614
Torque dos RI ecc a 180°/s	andebol	11	56,7473	11,24672
	futsal	8	48,3975	12,52758

Verifica-se que na última velocidade, na posição de 30° de rotação interna 20 em 39 dos sujeitos não conseguiram obter um *torque* válido dos RI em contração excêntrica. Situação que já não se verifica aos 0° de rotação do ombro, com o mesmo grupo muscular e realizar o mesmo tipo de contração (ver tabela 7).

Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

Tabela 7 – Média e DP do torque na posição dos 0° de rotação, nas três velocidades, por grupo

	Grupo	N	Média (Nm)	DP
Torque dos RE con a 60°/s	andebol	20	35,7280	7,31639
	futsal	19	31,6889	5,60045
Torque dos RI con a 60°/s	andebol	20	49,1705	14,31430
	futsal	19	37,1289	12,33275
Torque dos RE con a 120°/s	andebol	17	32,6129	6,53140
	futsal	13	30,3069	4,56325
Torque dos RI con a 120°/s	andebol	17	46,9524	8,16623
	futsal	13	39,9623	11,85406
Torque dos RE con a 180°/s	andebol	20	29,4005	6,84307
	futsal	19	25,7600	5,19653
Torque dos RI con a 180°/s	andebol	20	41,4535	11,77647
	futsal	19	30,2495	12,69382
Torque dos RE ecc a 60°/s	andebol	20	42,4230	9,67645
	futsal	19	38,5174	7,83225
Torque dos RI ecc a 60°/s	andebol	20	56,9900	16,06018
	futsal	19	50,1074	16,83435
Torque dos RE ecc a 120°/s	andebol	17	43,0371	9,00709
	futsal	13	38,6692	10,13536
Torque dos RI ecc a 120°/s	andebol	17	57,5506	17,58643
	futsal	13	50,8123	13,47961
Torque dos RE ecc a 180°/s	andebol	19	46,1568	9,22407
	futsal	17	40,6529	9,72803
Torque dos RI ecc a 180°/s	andebol	19	56,4963	14,33021
	futsal	18	45,6511	13,80702

Por fim, apresenta-se a tabela relativa ao torque na posição de 45° de rotação externa. Verifica-se que nesta amplitude 17 sujeitos não conseguiram obter um torque à velocidade angular dos 180°/s, quando contraíram excêntricamente os RE (por oposição à posição dos 30° de rotação interna onde se verificou esta situação, mas para os RI, a trabalhar excêntricamente).

Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

Tabela 8 – Média e DP do *torque* na posição de 45° de rotação externa, nas três velocidades, por grupo

Grupo		N	Média (Nm)	DP
Torque dos RE con a 60°/s	andebol	20	35,8890	6,53433
	futsal	19	30,7137	6,03410
Torque dos RI con a 60°/s	andebol	20	46,4545	13,23577
	futsal	19	34,3995	13,34556
Torque dos RE con a 120°/s	andebol	17	33,4829	5,70365
	futsal	13	28,6592	7,07689
Torque dos RI con a 120°/s	andebol	17	43,1841	10,06555
	futsal	13	35,3069	11,98365
Torque dos RE con a 180°/s	andebol	20	29,9295	5,84441
	futsal	19	23,1274	6,78319
Torque dos RI con a 180°/s	andebol	20	39,5655	10,96397
	futsal	19	28,0863	11,61966
Torque dos RE ecc a 60°/s	andebol	20	47,4225	10,04041
	futsal	19	41,8474	10,37952
Torque dos RI ecc a 60°/s	andebol	20	53,9395	16,69994
	futsal	19	46,6389	21,49973
Torque dos RE ecc a 120°/s	andebol	17	45,7835	8,16566
	futsal	13	42,7915	8,66734
Torque dos RI ecc a 120°/s	andebol	17	55,9641	18,02042
	futsal	13	50,1631	20,90978
Torque dos RE ecc a 180°/s	andebol	12	52,8183	5,20079
	futsal	10	46,2100	10,61446
Torque dos RI ecc a 180°/s	andebol	20	52,2515	19,06166
	futsal	18	42,5356	21,15531

Uma vez que a amostra é reduzida, foi analisado o teste de *Shapiro-Wilk* e relativamente as variáveis principais e secundárias relacionadas com o *torque*, globalmente apresentam uma distribuição normal. Assim, recorreu-se ao *T-Test* para amostras independentes para estudar a comparação das mesmas pelos dois grupos.

Quando analisada a razão convencional RE con/RI con, nas três velocidades em teste (60°/s, 120°/s e 180°/S), verificou-se que existe evidência estatística da diferença entre os grupos Sig. (2-tailed)  $\leq 0,05$  (ver tabela 9). Assim, rejeita-se a hipótese nula H0 de que as razões convencionais não são diferentes em G1 e G2 e verifica-se que são sempre mais baixas no G1.

Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

Tabela 9 – Comparação da média e DP da razão convencional

	Sig. (2-tailed)	Grupo			
		Andebol (G1)		Futsal (G2)	
		Média (Nm)	DP	Média (Nm)	DP
RE con/RI con a 60°/s	<b>p = ,015</b>	<b>,77</b>	,15	<b>,90</b>	,18
RE con/RI con a 120°/s	<b>p = ,049</b>	<b>,72</b>	,12	<b>,82</b>	,16
RE con/RI con a 180°/s	<b>p = ,016</b>	<b>,74</b>	,14	<b>,88</b>	,21

Quanto à razão funcional RE ecc/ RI con, verificou-se que também existe uma diferença significativa entre o grupo do andebol e o grupo do futsal (Sig.  $\leq 0,05$ ). Sendo muito significativa a 60°/s e 180°/s, Sig.  $\leq 0,01$  (ver tabela 10). Verificou-se também que tanto a razão convencional, como funcional foram sempre mais baixas do grupo de andebolistas (ver tabelas 9 e 10). Na razão funcional a variabilidade dada pelo DP foi sempre maior em todas as velocidades excepto a 120°/s.

Tabela 10 – Comparação da média e DP da razão funcional

	Sig. (2-tailed)	Grupo			
		Andebol (G1)		Futsal (G2)	
		Média (Nm)	DP	Média (Nm)	DP
RE ecc/ RI con a 60°/s	<b>p = ,008</b>	<b>,98</b>	,21	<b>1,18</b>	,24
RE ecc/ RI con a 120°/s	<b>p = ,044</b>	<b>,97</b>	,17	<b>1,10</b>	,16
RE ecc/ RI con a 180°/s	<b>p = ,007</b>	<b>1,10</b>	,22	<b>1,35</b>	,32

Assim, rejeita-se a hipótese nula, de que as razões funcionais não são diferentes em G1 e G2, verificando-se que são sempre mais baixas no G1, ou seja, aceita-se a hipótese H1.

Seguidamente, apresenta-se as razões convencional e funcional, não do PT, mas sim do *torque* em certos momentos angulares (30° de rotação interna, 0° graus de rotação e 45° de rotação externa), nas três velocidades.

Quando analisada a razão convencional na primeira velocidade, verifica-se que tanto a 0° de rotação do ombro, como a 45° de rotação externa do ombro, existe uma diferença significativa, e que é muito significativa a 0° de rotação. A 30° de rotação interna não existe uma diferença significativa entre G1 e G2. Em todos os momentos angulares a razão do grupo de andebolistas foi mais baixa que no grupo dos jogadores de futsal (ver tabela 11).

Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

Tabela 11 – Comparação da média e DP da razão convencional, em três momentos angulares, a 60°/s.

	Sig. (2-tailed)	Grupo			
		Andebol (G1)		Futsal (G2)	
		Média (N.m)	DP	Média (N.m)	DP
RE con/ RI con a 30° de rot int	<b>p = ,140</b>	,77	,22	,86	,17
RE con/ RI con a 0° de rotação	<b>p = ,010</b>	,76	,15	<b>,90</b>	,19
RE con/ RI con a 45° de rot ext	<b>p = ,023</b>	<b>,80</b>	,16	<b>,97</b>	,27

Quanto à razão funcional, na velocidade de 60°/s, por momentos angulares, verifica-se um comportamento semelhante à razão convencional. Ou seja, tanto a 0° de rotação do ombro, como a 45° de rotação externa do ombro, existe uma diferença significativa, e que é muito significativa a 0° de rotação. Em todos os momentos angulares a razão do grupo de andebolistas foi mais baixa que no grupo dos jogadores de futsal (tabela 12)

Tabela 12 – Comparação da média e DP da razão funcional, em determinadas amplitudes, a 60°/s

	Sig. (2-tailed)	Grupo			
		Andebol (G1)		Futsal (G2)	
		Média (N.m)	DP	Média (N.m)	DP
RE ecc/ RI con a 30° de rot int	<b>p = ,252</b>	,81	,20	,89	,23
RE ecc/ RI con a 0° de rotação	<b>p = ,010</b>	<b>,90</b>	,20	<b>1,10</b>	,27
RE ecc/ RI con a 45° de rot ext	<b>p = ,022</b>	<b>1,07</b>	,26	<b>1,31</b>	,37

Analisando a razão convencional, na velocidade de 120°/s, por momentos angulares, verifica-se que apenas a 30° de rotação interna, a diferença entre o G1 e G2 é significativa. No entanto, mantém-se a razão de menor valor em todas as amplitudes articulares analisadas (ver tabela 13).

Tabela 13 - Comparação da média e DP da razão convencional, a 120°/s, por momento angular

	Sig. (2-tailed)	Grupo			
		Andebol (G1)		Futsal (G2)	
		Média (N.m)	DP	Média (N.m)	DP
RE con/ RI con a 30° de rot int	<b>p = ,028</b>	<b>,73</b>	,15	<b>,91</b>	,26
RE con/RI con a 0° de rotação	<b>p = 0,061</b>	,70	,11	,79	,15
RE con/RI con a 45° de rot ext	<b>p = ,395</b>	,80	,18	,88	,28

Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

Em oposição a todos os resultados analisados até aqui, quando se observa o comportamento das variáveis funcionais a 120°/s, por momento angular, verifica-se que em nenhum momento angular a diferença entre G1 e G2 é significativa. No entanto, mantêm-se os valores mais baixos para G1, em todos os momentos angulares (ver tabela 14)

**Tabela 14 - Comparação da média e DP da razão funcional a 120°/s, por momento angular**

	Sig. (2-tailed)	Grupo			
		Andebol (G1)		Futsal (G2)	
		Média (Nm)	DP	Média (Nm)	DP
RE ecc/ RI con a 30° de rot int	<b>p = ,255</b>	,79	,20	,91	,36
RE ecc/ RI con a 0° de rotação	<b>p = ,302</b>	,93	,17	1,01	,27
RE ecc/ RI con a 45° de rot ext	<b>p = ,079</b>	1,10	,25	1,30	,35

Quanto à última velocidade, de 180°/s, verificou-se que o momento angular de 0° de rotação do ombro, foi o único em que razão convencional apresentou uma diferença entre grupos significativa. No entanto, a razão de força é sempre de menor valor em todos os momentos angulares, para o grupo do andebol (ver tabela 15).

**Tabela 15 - Comparação da razão convencional, a 180°/s, por momento angular**

	Sig. (2-tailed)	Grupo			
		Andebol (G1)		Futsal (G2)	
		Média (Nm)	DP	Média (Nm)	DP
RE con/ RI con a 30° de rot int	<b>p = ,068</b>	,79	,25	1,03	,52
RE con/ RI con a 0° de rotação	<b>p = ,021</b>	,74	,20	,95	,32
RE con/ RI con a 45° de rot ext	<b>p = ,228</b>	,80	,22	,90	,30

Por fim, analisando a razão funcional, a 180°/s nos três momentos angulares escolhidos, observa-se que apenas a 30° de rotação interna a diferença entre os grupos é significativa. Como se verificou para todas as razões, em todas as velocidades e nos diferentes momentos angulares, o G1 apresentou sempre valores mais baixos (ver tabela 16).

Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

Tabela 16 – Diferenças da média e DP, da razão funcional, a 180°/s, em três momentos angulares

	Sig. (2-tailed)	Grupo			
		Andebol (G1)		Futsal (G2)	
		Média (Nm)	DP	Média (Nm)	DP
RE ecc/ RI con a 30° de rot int	<b>p = ,043</b>	<b>,91</b>	,29	<b>1,29</b>	,73
RE ecc/ RI con a 0° de rotação	<b>p = ,058</b>	1,10	,22	1,47	,78
RE ecc/ RI con a 45° de rot ext	<b>p = ,26</b>	1,28	,34	1,38	,39

Quanto às variáveis relacionadas com as amplitudes activas de rotação do ombro, foi realizado o teste de aderência à normal de *Shapiro-Wilk* e todas as variáveis apresentaram uma distribuição normal (Sig > 0,05). Por essa razão foi realizado o *T-test* para amostras independentes. Apenas a rotação externa apresentou valores estatisticamente diferentes nos dois grupos. Verifica-se que o grupo do andebol apresentou maior rotação externa activa que o grupo do futsal (ver tabela 17).

Tabela 17 – Comparação da média e DP das amplitudes activas de rotação do ombro em G1 e G2

	Sig. (2-tailed)	Grupo			
		Andebol (G1)		Futsal (G2)	
		Média (°)	DP	Média (°)	DP
Rotação interna activa	<b>p = ,578</b>	53,65	15,46	56,60	17,33
Rotação externa activa	<b>p = ,002</b>	<b>94,63</b>	10,08	<b>80,00</b>	16,21
Arco total de rotação do ombro	<b>p = ,052</b>	148,28	21,88	136,60	13,18

Quanto às variáveis relacionadas com a aplicação da DASH, são três. Uma é a pontuação da própria escala, a outra é a pontuação de um módulo opcional, para medir o impacto de uma condição de saúde na funcionalidade do membro superior no trabalho, e finalmente, a mais importante para este estudo, a pontuação obtida no módulo opcional para medir o impacto de uma condição de saúde na funcionalidade do membro superior no desporto.

É importante lembrar que a escala é de orientação negativa, o que significa que quanto menor a pontuação, melhor a funcionalidade.

Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

As três variáveis apresentaram uma distribuição não normal no teste de *Shapiro-Wilk* de aderência à normalidade. Foi usado o *Mann-Whitney U* e verificou-se que havia diferenças significativas na DASH-D (ver tabela 18).

**Tabela 18 – Comparação da média e do DP da DASH, DASH-T e DASH-D**

	Asymp. Sig. (2- tailed)	Grupo			
		Andebol (G1)		Futsal (G2)	
		Média	DP	Média	DP
DASH	<b>p = 0,153</b>	4,37	4,86	2,41	4,70
DASH-T	<b>p = 0,317</b>	3,29	14,34	,00	,00
DASH-D	<b>p = 0,031</b>	<b>10,94</b>	18,46	<b>1,64</b>	5,83

Relembramos que as hipóteses correlacionais das variáveis em estudo, remetem-se sempre e exclusivamente para o G1, uma vez que estas relações estão estudadas neste tipo de populações (gesto desportivo predominante acima da cabeça).

Relativamente à hipótese H7: “Conjectura-se que uma razão funcional baixa esteja correlacionada com *score* mais alto na DASH-D, em G1”, ou seja que estas variáveis de correlacionem inversamente, foi usado o teste de coeficiente de correlação de *Spearman* ( $\rho$ ), uma vez que nem todas as variáveis apresentavam uma distribuição normal. Verificou-se que para todos os testes Sig.  $> \alpha = 0,05$ , logo não se pôde rejeitar a hipótese nula. Assim, não existe evidência para afirmar que o *score* na DASH-D esteja relacionado com a razão funcional (nas três velocidades). No entanto, é possível analisar que as relações da DASH-D, com as razões funcionais a 120°/s e 180°/s são negativas, ou seja que quando uma das variáveis apresenta valores mais elevados a outra apresenta valores numéricos menores (ver tabela 19).

**Tabela 19 – Correlação de *Spearman* entre a DASH-D e a razão funcional (a 60, 120 e 180°/s)**

			RE ecc/ RI con a 60°/s	RE ecc/ RI con a 120°/s	RE ecc/ RI con a 180°/s
Spearman's rho	DASH-D	Coefficiente correlação	,016	<b>-,186</b>	<b>-,166</b>
		Sig. (2-tailed)	,946	,474	,496
		N	20	17	19

A hipótese H8 “conjectura-se que uma razão funcional baixa esteja relacionada com uma maior amplitude activa de rotação externa e/ou um maior défice de rotação interna,

Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

em G1”, ou seja, que quando temos uma razão funcional baixa, temos um GIRD mais elevado e uma maior amplitude para rotação externa. Tal como na hipótese anterior recorreu-se ao teste do coeficiente de correlação de *Spearman*, uma vez a variável RE ecc/ RI con a 120°/s não apresentava uma distribuição normal (embora todas as outras variáveis inerentes a esta hipótese tenham uma distribuição normal). Verificou-se que para todos os testes Sig. >  $\alpha = 0,05$ , logo não se pôde rejeitar a hipótese nula. Assim, para um nível de significância de 0,05 não existe evidência para afirmar as razões funcionais a 60, 120 e 180°/s se relacionem com as amplitudes de rotação externa e/ou interna (ver tabela 20).

**Tabela 20 – Correlação de Spearman entre a razão funcional e as amplitudes de rotação externa e interna**

			RE ecc/ RI con a 60°/s	RE ecc/ RI con a 120°/s	RE ecc/ RI con a 180°/s
Spearman's rho	Rotação interna	Coeficiente de correlação	-,244	-,231	-,235
		Sig. (2-tailed)	,300	,372	,333
		N	20	17	19
	Rotação externa	Coeficiente de correlação	,026	-,198	-,024
		Sig. (2-tailed)	,912	,447	,923
		N	20	17	19

Para aferir a hipótese H9 “Conjectura-se que um *score* mais alto na DASH-D esteja correlacionado com uma maior amplitude activa de rotação externa e/ou um maior défice de rotação interna em G1”, realizou-se também o teste ao coeficiente de correlação de *Spearman*. Para um nível de significância de 0,05, não existe evidência para afirmar que o *score* na DASH-D esteja relacionado com as amplitudes activas de rotação externa e/ou de interna (ver tabela 21).

**Tabela 21 – Correlação de Spearman entre a DASH-D e as amplitudes de rotação interna e externa**

			Rotação interna	Rotação externa
Spearman's rho	DASH-D	Coeficiente de correlação	-,172	-,274
		Sig. (2-tailed)	,468	,242
		N	20	20

Para facilitação da compreensão e distinção entre a rotação externa e a rotação interna, foi atribuído o sinal negativo aos valores de rotação externa. Sendo que os 0° foram considerados quando o antebraço se encontra perpendicular ao chão. Lembra-se que a

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

posição usada para medir a rotação do ombro, foi decúbito dorsal, 90° de abdução do ombro, 90° de flexão do cotovelo e o antebraço em pronação.

Para testar a hipótese H6 “Hipotetiza-se que o momento angular onde é atingido o PT seja diferente em G1 e G2”, foi realizado o Teste  $t$  para amostras independentes. Foi sempre encontrado um  $\text{Sig.} > \alpha = 0,05$ , logo não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos para posição angular onde foi registado o PT. Uma vez que não foram encontradas diferenças entre G1 e G2 a análise do momento angular onde foi atingido o PT, foi feita com a amostra total.

É possível verificar que existem diferenças entre a posição angular onde se atinge o *torque* máximo no tipo de contração: concêntrica e excêntrica. Enquanto que, na contração concêntrica a posição angular média variou dos 9,8° de rotação interna aos 12,7° de rotação externa (-12,7°), em contração excêntrica a amplitude onde se verificou os PT obtidos variou entre 5,3° (-5,3°) de rotação externa e 34° (-34°) de rotação externa.

É igualmente, possível constatar que das 12 posições angulares médias encontradas para os PT, 11 foram no arco de rotação externa (tabelas 22 e 23).

Tendo em conta que a razão convencional, é dada pela razão do PT concêntrico dos RE sobre o PT concêntrico dos RI, verifica-se que a posição angular correspondente do antagonista e agonista de cada razão é próxima (tabela 22).

Já a razão funcional, é dada pela razão do PT dos RE em contração excêntrica sobre o PT dos RI em contração concêntrica (situa-se próxima da ecológica para a maioria das actividades). Nesta situação, verificou-se que nesta amostra, o PT dos RE foi sempre numa amplitude maior de rotação externa que o PT dos agonistas (tabelas 23).

Por fim, é ainda possível conferir que a posição angular onde se dá o PT dos RI, em contração excêntrica é diferente da posição onde se dá o PT dos RE também em contração excêntrica. A posição angular do PT dos RE é numa amplitude de maior rotação externa (variação de 27,6° a 35,4° de rotação externa) que os RI (variação numa amplitude de 5,3° a 20,1° de rotação externa) (tabela 23).

Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

**Tabela 22 – Posição média do PT concêntrico**

	N	Posição média (°)
PT_ER_CON_60_POS	39	-12,69
PT_IR_CON_60_POS	39	-6,05
PT_ER_CON_120_POS	30	-5,23
PT_IR_CON_120_POS	30	-2,17
PT_ER_CON_180_POS	39	-5,69
PT_IR_CON_180_POS	39	9,79

**Tabela 23 – Posição média do PT excêntrico**

	N	Posição média (°)
PT_ER_ECC_60_POS	39	-34,03
PT_IR_ECC_60_POS	39	-5,33
PT_ER_ECC_120_POS	30	-35,37
PT_IR_ECC_120_POS	30	-20,13
PT_ER_ECC_180_POS	37	-27,5676
PT_IR_ECC_180_POS	38	-14,05

Por último, foi avaliada a correlação entre a idade dos atletas do G1 e os anos de experiência no andebol, com as razões convencionais e funcionais, pelo coeficiente de correlação de *Spearman*, dada que nem todas as variáveis apresentaram uma distribuição normal. Foram encontradas correlações significativas entre a razão convencional a 60°/s, 120°/s e a idade e uma correlação muito significativa entre a razão funcional a 120°/s, tanto para a idade como para os anos de experiência (Sig.  $\leq 0,01$ ). Apesar de não haver mais correlações significativas, é possível constatar que tanto a idade como o número de anos de experiência no andebol indiciam uma relação negativa com as razões de força. Ou seja, quantos mais anos de idade tem o sujeito, menor é a sua razão de força e quanto mais anos de experiência na modalidade do andebol tem o sujeito, menor são os valores das razões de força (ver tabela 24).

Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

Tabela 24 – Correlação de Spearman entre as razões de força e a idade e entre as razões e a experiência

			ER con/ IR con a 60º/s	ER ecc/ IR con a 60º/s	ER con/ IR con 120º/s	ER ecc/IR con 120º/s	ER con/ IR con 180º/s	ER ecc/IR con180º/s
Spearman's rho	Idade	Coeficiente de correlação	-,343	-,536*	-,484*	-,722**	-,428	-,215
		Sig. (2-tailed)	,139	,015	,049	,001	,060	,502
		N	20	20	17	17	20	12
Número de anos na modalidade		Coeficiente de correlação	-,095	-,177	-,375	-,658**	-,261	-,285
		Sig. (2-tailed)	,690	,456	,138	,004	,266	,370
		N	20	20	17	17	20	12

\*\* Correlação significativa para um nível de significância de 0,01 (2-tailed).

\* Correlação significativa para um nível de significância de 0,05 (2-tailed).

## 5. Discussão

É necessário explicitar que a metodologia deste estudo, foi difícil de definir, uma vez que, poucos artigos na literatura, são explícitos quanto aos seus métodos, nomeadamente medições, recolha e processamento dos dados. Assim foi necessário, realizar vários pré-testes e recorrer a *experts*, de modo a construir um protocolo adequado e de modo a processar os dados de uma forma correcta.

Inicialmente pensou-se estudar a uma velocidade angular de 300°/s, dado que vários artigos estudaram o *torque* dos rotadores do ombro a esta velocidade ou mais altas (Andrade *et al.*, 2010; Ellenbecker & Roetert, 2003; Mendonça *et al.*, 2010; Noffal, 2003; Stuelcken *et al.*, 2008). No entanto num dos pré-testes realizados, verificou-se que um sujeito saudável, sedentário não conseguia atingir a velocidade exigida. Como a população em estudo consistia em jogadores andebol, mas também de futsal e estes últimos praticam uma modalidade em que não solicitam o membro superior para gerar grandes forças, optou-se por estudar a força dos rotadores nas velocidades de 60, 180 e 240°/s. Uma vez que também é possível encontrar estudos na literatura que mediram a força usando um DI à velocidade de 240°/s (Edouard *et al.*, 2009) e é importante poder comparar os resultados.

Quando foram iniciadas as avaliações verificou-se contudo, que em três jogadores de andebol e seis de futsal, apenas um atleta de cada modalidade conseguiu atingir *torques* à velocidade angular máxima desejada de 240°/s.

Face a estas constatações optou-se por se avaliar a 60, 120 e 180°/s. Levanta-se a questão se os indivíduos não conseguiram atingir velocidades angulares mais altas, por serem amadores ou semi-profissionais, ou se de facto em alguns dos estudos citados onde os investigadores estudaram velocidades muito altas, os indivíduos não atingiram a velocidade em teste, mas foi possível extrair o PT.

Houve ainda 20 sujeitos que não conseguiram atingir a velocidade angular dos 180°/s, na posição angular de 30° de rotação interna, durante o teste dos rotadores internos a trabalhar excêntricamente (ver tabela 6) e 17 sujeitos que não atingiram a velocidade em teste, na posição angular de 45° de rotação externa os rotadores externos a trabalhar excentricamente (ver tabela 8). Aconselha-se por estas razões, especial atenção na escolha das velocidades angulares em teste, perante as diferentes populações em estudo.

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

Existem vários estudos sobre o uso do DI no complexo do ombro que apresentam valores aceitáveis a bons de reproductibilidade no teste-reteste. No entanto numerosos factores são apontados para uma elevada variabilidade de resultados (Caruso *et al.*, 2012). Estes factores incluem o DI e o seu *software*, a posição anatómica durante o teste (Forthomme *et al.*, 2011; Hageman *et al.*, 1989) e o tipo de *performance* avaliada (Hageman *et al.*, 1989). Durante a realização dos testes, foi possível identificar dificuldades da parte do sujeito em manter a posição em teste. Nomeadamente, dificuldades em manter o cotovelo no apoio da pega. Os sujeitos com o braço e antebraço mais delgado, tinham dificuldade em manter o cotovelo na posição inicial no apoio.

Não foi realizada nenhuma estabilização local para resolução do problema, uma vez que na literatura, para a posição em teste, apenas estão descritas estabilizações ao nível do tronco e anca (Andrade *et al.*, 2010; Ellenbecker & Roetert, 2003; Ng & Lam, 2002; Noffal, 2003; Saccol *et al.*, 2010; Stuelcken *et al.*, 2008). No entanto, parece conveniente experimentar um maior número de estabilizações com o propósito de verificar se é possível aumentar a reproductibilidade e a fiabilidade.

O DI Biodex tem um *windowing* por defeito, em que apenas são reportados os valores acima de 70% da velocidade angular em teste (*Biodex Medical Systems*). O tratamento dos dados deste estudo foi feito de forma manual e durante a fase inicial do tratamento, na extração dos valores de *torque* do programa *acqknowledge 4.1*, foi aplicado o “*isokinetic window*” a 95%, como realizado por outros autores (Wilk *et al.*, 1992). Existem poucos artigos na literatura que referem se aplicaram ou não uma janela que só aceita valores de *torque* acima de determinada percentagem. No entanto, este cuidado, parece ser essencial, devido ao fenómeno de incremento do *torque* (“*overshoot effect*”), por causa da oscilação que ocorre próxima do final da amplitude em teste, quando se tem de iniciar o movimento oposto, fenómeno este que também pode ser designado por “*impact artifact data*” (Wilk *et al.*, 1992). Brown *et al.*, (1995) também demonstraram que com o aumento da velocidade angular em teste, a amplitude correspondente às fases de aceleração e desaceleração aumenta significativamente e que a amplitude em teste com uma velocidade angular em teste estável (*load range*) diminuí significativamente ( $p < 0,05$ ).

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

Enquanto que na velocidade de 60°/s, os 95% permitem incluir valores de *torque* à velocidade angular de 57°/s para cima, à velocidade de 180° estes 95% correspondem a 171°/s. Durante a extração dos valores de *torque* na velocidade de 180°/s, foi possível observar que alguns dos valores extraídos com esta janela ainda pertenciam à fase de aceleração ou desaceleração e não à fase de velocidade isocinética estável – *load range*. Bem como, durante a verificação da posição angular correspondente ao PT, constatou-se que um a dois indivíduos, por velocidade e modo de contração, obtiveram o máximo *torque* perto da ROM final em teste, e com valores aceitáveis dentro da janela escolhida, sobretudo na velocidade mais alta em teste, 180°/s.

Brown *et al.* (1995) recomendaram que só se considerem valores que estejam a 100% da velocidade escolhida, advogando que nenhuma máquina consegue oferecer uma resistência correcta, abaixo da velocidade seleccionada. É necessário que todos os investigadores nesta área comecem a usar uma janela para seleccionar os valores considerados na *load range* e é igualmente importante realizar estudos que permitam perceber se a velocidades altas, considerar os valores acima de 95% da velocidade em teste, é o suficiente para garantir valores verdadeiramente isocinéticos ou se tem de ser uma percentagem mais elevada.

Para além de seleccionar uma janela é possível suavizar a curva dos valores do *torque*. O Biodex, quando é seleccionada esta opção, faz por defeito uma suavização (“*smoothing*”) a nove amostras. Alguns autores defendem que não se deva aplicar uma suavização, por fazer descer os valores do PT. Tendo em conta que tanto as razões, convencionais ou funcionais, têm por base o PT dos agonistas e antagonistas em teste, torna-se essencial saber se se faz a suavização ou não. Na opinião dos autores deste estudo, parece importante que se faça, uma vez que permite limpar ruídos.

O andebol é uma modalidade colectiva que se caracteriza pelo jogo dinâmico, rápido e que permite bastante contacto físico entre adversários. Seil *et al.* (1998) num estudo prospectivo com a duração de um ano concluíram que 51% dos jogadores de andebol têm pelo menos uma lesão por época desportiva. Sendo que 60% afectaram o membro inferior e 30% o membro superior. Estes autores concluíram que o nível competitivo se relaciona com o número de lesões, sendo que o rácio de lesões por ano nas competições regionais foi de 0,54 e o mesmo rácio, para competições locais foi de 0,47. Verificaram

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

também que ao nível do membro superior, o dominante era o mais afectado (61%). Quando estes autores estudaram os sintomas de sobreuso, verificaram uma elevada frequência dos mesmos, 66% em que dos 66%, 35% eram no ombro.

Os sintomas de sobreuso, não impedem os jogadores de jogar, mas condicionam a *performance* dos mesmos. Byram et al.,(2010), verificaram que jogadores de baseball (lançadores) que na pré época apresentassem fraqueza muscular dos rotadores externos e do Supra-Espinhoso, tinham uma predisposição, significativamente maior, para ter lesões relacionadas com lançamento da bola.

Este estudo permite afirmar que o treino de uma modalidade, ao longo dos anos, promove adaptações funcionais, que condicionam a força dos rotadores do ombro, uma vez que se obteve diferenças significativas entre o G1 e G2, para todas as velocidades, tanto para as razões convencionais, como funcionais (ver tabelas 9 e 10). Wilk *et al.*, (2009), numa revisão da literatura sobre lesões no ombro de *overhead athletes*, já tinham referido que é frequente encontrar-se fraqueza dos RE do MSD, quando comparados com o MSND e aumento de força dos RI no MSD, quando comparados com o MSND.

Foi possível confirmar a H2: “Espera-se que as razões convencionais sejam significativamente inferiores no G1, relativamente ao G2”. Como se pode verificar na tabela 9,  $p = 0,015 \leq 0,05$  para a velocidade dos 60°/s,  $p = 0,049 \leq 0,05$  para a velocidade de 120°/s e  $p = 0,016 \leq 0,05$  para a velocidade de 180°/s, afirmando a diferença entre os grupos. Quando se analisa a média obtida, verifica-se que em G1 foi sempre menor que em G2.

Para haver um bom equilíbrio muscular no ombro, a razão RE con/ RI con, deverá ser entre 66% e 75% para sujeitos saudáveis sedentários e atletas recreativos (Wilk *et al.*, 1997; Wilk *et al.*, 2009). No entanto quando avaliamos atletas de níveis competitivos elevados e que utilizem frequentemente lançamentos acima da cabeça, é expectável que estes consigam atingir velocidades angulares mais elevadas e que o *torque* exercido seja superior. Ellenbecker & Davies (2000), recomendaram que a razão, nesta população específica aumente 10%, de maneira a que haja uma estabilização dinâmica do ombro que impeça uma translação anterior da articulação gleno-umeral. Scoville et al., (1997) defenderam que o antagonista a actuar excêntricamente (RE), deverá ser forte o

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

suficiente para superar e desacelerar o agonista do movimento (RI), e que por isso é expectável que a razão seja maior que 1:1.

Os dados deste estudo permitem estabelecer valores de referência para as razões convencionais e funcionais dos rotadores do ombro a 60, 120 e 180°/s, para jogadores do género masculino, de andebol e futsal, de nível amador ou semi-profissional, que joguem em competições regionais ou nacionais.

No grupo de jogadores de andebol, a razão RE con/ RI con, nas velocidades de 60, 120 e 180°/s foi de 0,77 N·m, 0,72 N·m e 0,74 N·m, respectivamente. Tendo em conta que a maioria destes atletas treina três vezes por semana, e joga em campeonatos nacionais, seria benéfico que esta razão fosse superior. O aumento em 10%, defendido por Ellenbecker & Davies (2000), de modo a garantir a estabilização dinâmica do ombro, não está presente. Esta ausência do incremento da razão convencional, poderá ser explicada pela falta de treinos específicos de compensação muscular, em clubes que não tenham equipas profissionais. Dos 20 atletas avaliados, apenas 10 realizavam treinos de musculação (ver tabela 4), mas nenhum efectuava esses mesmos treinos pelo clube e a grande maioria realizava sem uma orientação específica e uma metodologia planeada e personalizada.

O ombro do jogador de andebol está sujeito a um grande *stress*, repetidas vezes, sobretudo, devido ao gesto do remate. Este *stress* repetido, levou a que fosse possível identificar, numa amostra de jogadores profissionais, 93% do ombros dominantes com alterações anormais, confirmadas por ressonância magnética (Jost *et al.*, 2005). Parece-nos relevante que para minimizar as lesões no ombro do jogador de andebol e reduzir os sintomas de sobreuso, houvesse na pré-época, uma avaliação inicial da força dos rotadores do ombro, e ao longo da época, um acompanhamento especializado, com o objectivo de aproximar as razões convencionais de valores ideais.

No quadros abaixo (quadro 1 e 2), pode-se verificar que as razões convencionais de G1 se aproximam dos valores obtidos por Edouard *et al.*, (2009) para sujeitos saudáveis, não desportistas 0,76 N·m (60°/s) e 0,71 N·m (240°/s) e para a velocidade de 60°/s se aproximaram dos valores das jogadoras de andebol de elite (0,79 N·m) mas não na velocidade de 180°/s (0,81 N·m) (Andrade *et al.*, 2010).

Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

Quadro 1 – Comparação das razões em estudo com as publicadas na literatura

Estudo	Amostra	Velocidade Angular	RE con/RI con MSD (N·m)	RE con/ RI con MSND (N·m)	RE ecc/RI con MSD (N·m)	RE ecc/ RI con MSND (N·m)
Presente estudo	Jogadores de andebol (amador e semi-professional)	60°/s; 120°/s ; 180°/s	0,77±0,15; 0,72±0,12 0,74±0,14		0,98±0,21 0,97±0,17 1,10±0,22	
Presente estudo	Jogadores de futsal (amador e semi-professional)	60°/s; 120°/s; 180°/s	0,90±0,18 0,82±0,16 0,88±0,21		1,18±0,24 1,10±0,16 1,35±0,32	
Noffal (2003) DI	Jogadores de basebol	300°/s	0,65± 0,08	0,73±0,09	1,17 ± 0,20	1,48±0,22
Noffal (2003) DI	Não overhead athletes	300°/s	0,75± 0,16	0,80±0,15	1,37± 0,30	1,60±0,29
Ellenbecker (2003) DI	Tenistas elite rapazes dos 12-17 anos	210°/s e 300°/s	0,70 ± 0,13 0,69 ± 0,11	0,82 ±0,17 0,82 ± 0,16		
Ellenbecker (2003) DI	Tenistas elite rapazes dos 18-21 anos	210°/s e 300°/s	0,71 ± 0,14 72,7 ± 0,12	0,81 ± 0,16 0,84 ± 0,18		
Edouard (2009) DI	Jogadores de rugby	60°/s e 240°/s	0,67 ± 0,12 0,63 ± 0,12	0,73 ± 0,14 0,65 ± 0,14		
Edouard (2009) DI	Sujeitos saudáveis, não desportistas	60°/s e 240°/s	0,76 ± 0,10 0,71 ± 0,09	0,79 ± 0,14 0,69 ± 0,12		
Stickley (2008)	Jogadoras de vólei dos 10 aos 15 com lesão prévia	DI 60°/s			0,92 ± 0,29	
Stickley (2008)	Jogadoras de vólei, 15 anos sem história de lesão do ombro	DI 60°/s			0,88 ± 0,11	1,21 ± 0,29

Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

Quadro 2 – Continuação da comparação das razões de força em estudo, com as publicadas na literatura

Estudo	Amostra	Velocidade Angular	RE con/RI con MSD (N·m)	RE con/RI con MSND (N·m)	RE ecc/RI con MSD (N·m)	RE ecc/RI con MSND (N·m)
Saccol (2007)	Juniores tenistas de elite, rapazes	60°/s e 180°/s	0,80 ± 0,14 0,79 ± 0,14	0,86 ± 0,09 0,83 ± 0,10	0,84±0,42 0,97± 0,16	1,11±0,31 1,20±0,29
Yildiz (2006)	Overhead athletes	90°/s amplitude 90 aos 60 RE			1,03 ± 0,8	1,19 ± 0,8
Mendonça (2010)	Jogadores de vôlei masculinos, sub - 21	60°/s e 360°/s	0,74±0,12 0,80± 0,24	0,79±0,15 0,89±0,22		Mendonça (2010)
Andrade (2010)	Jogadoras de andebol, elite	60°/s, 180°/s e 300°/s razão CC 180°/s e 300°/s ECC	0,79±0,12 0,82±0,13 0,81±0,11	0,84±0,12 0,85±0,13 0,85±0,16	1,21±0,28 1,54 ± 0,41	1,32±0,30 1,81 ± 0,57

Quanto ao grupo de jogadores de futsal, obtiveram-se razões convencionais mais altas, que os valores de referência para sujeitos sem sobreuso do membro superior. Noffal (2003) avaliou sujeitos que não eram *overhead athletes* a 300°/s e obteve uma razão média de 0,75 N·m ± 0,16 e Edouard (2009) avaliou sujeitos não desportistas a 60°/s e 240°/s obtendo valores de 0,76 N·m ± 0,10 e 0,71 N·m ± 0,09. Enquanto que os nossos jogadores de futsal obtiveram razões médias de 0,90 N·m ± 0,18; 0,82 N·m ± 0,16 e 0,88 N·m ± 0,21, a 60, 120 e 180°/s, respectivamente. Este aumento da razão poderá ser do aumento de força dos RE, uma diminuição de força dos RI, ou ambos, tendo em conta as características da modalidade, esforços intermitentes de curta duração e de alta intensidade e com uma ausência de movimentos de lançamentos com o membro superior (à excepção do guarda-redes). A cada 79 segundos, 13 a 39 corridas de alta intensidade são efectuadas e a cada 3,28 segundos a velocidade do deslocamento é alterada. Em média, durante um jogo, um jogador percorre 4313 metros e a distância média percorrida por minuto é de 117,3 metros (Barbieri *et al.*, 2012; Castagna & Barbero Alvarez, 2010; Castagna *et al.*, 2009). Os RE são músculos recrutados na corrida, por essa razão levanta-se a hipótese que modalidades com sobreuso do membro inferior e que se caracterizem por frequentes períodos de corrida, tenham razões RE con/ RI con, mais altas que a população que não pratica estas modalidades. Até à data

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

não foram encontrados outros artigos para além do próprio que avaliassem a força dos rotadores do ombro, em atletas com gesto técnico de sobreuso do membro inferior e por essa razão não existem valores para comparar com os obtidos. Mais estudos são necessários para averiguar a relação entre o equilíbrio muscular dos rotadores do ombro em atletas que tenham de correr frequentemente a altas velocidades, mas que não usem o membro superior para executar o gesto técnico predominante.

Quanto à razão funcional RE ecc/ RI con, não foi encontrada na literatura uma recomendação de valores para atletas do andebol, ao contrário do que se tinha sucedido com a razão convencional. Esta lacuna de informação poderá ser explicada pelo aumento da variabilidade de resultados, na realização dos testes de força máxima, em modo excêntrico, a velocidades elevadas, ou simplesmente porque o andebol apenas tem uma representação mais considerável na Europa.

Relativamente à hipótese H1 “Espera-se que as razões funcionais sejam significativamente inferiores no G1, relativamente ao G2”, foi possível aceitá-la, uma vez que  $p \leq 0,05$ , para todas as velocidades, o que permitiu rejeitar a hipótese nula. E observando a tabela 10, verifica-se que G1 apresentou sempre valores significativamente inferiores ao G2. Para as razões funcionais a 60°/s e a 180°/s foram encontradas diferenças muito significativas entre grupos ( $p = 0,008 \leq 0,01$  e  $p = 0,007$ , respectivamente), enquanto que na velocidade de 120°/s a diferença entre os grupos foi significativa ( $p = 0,044 \leq 0,05$ ). Esta diferença de resultados, poderá ser explicada porque a 120°/s existem menos 10 sujeitos (7 do futsal e 3 do andebol), uma vez que inicialmente os sujeitos foram testados a 60, 180 e 240°/s, mas pelas razões já descritas, as avaliações passaram a decorrer a 60, 120 e 180°/s.

Os valores para G1 da razão funcional RE ecc/ RI con: 0,98 N·m  $\pm$  0,21, 0,97 N·m  $\pm$  0,17 e 1,10 N·m  $\pm$  0,22, a 60, 120 e 180°/s correspondentemente, foram ligeiramente superiores aos encontrados por Saccol (2010), para júniores elites de ténis a 60 e 180°/s: 0,84 N·m  $\pm$  0,42 e 0,97 N·m  $\pm$  0,17 respectivamente, e inferiores aos resultados obtidos por Andrade *et al.* (2010) em jogadoras elite de andebol a 180°/s, 1,21 N·m  $\pm$  0,28. A comparação com atletas femininos da modalidade deve ser efectuada com especial cuidado, sobretudo por ser a uma velocidade alta (180°/s), uma vez que já foi estudado que as atletas do género feminino, levam mais tempo na fase de aceleração da avaliação

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

isocinética e têm consideravelmente uma menor amplitude de movimento em que valores de *torque* estão a uma velocidade estável, ou seja menos *load range* (Brown *et al.*, 1995). Ainda assim, e com as restrições que lhe são devidas, comparativamente com as atletas de elite de andebol, os valores dos atletas em estudo são mais baixos. Isto poderá ser explicado pela menor atenção dada ao treino físico dos amadores e semi-profissionais, situação que não acontece em atletas de seleções nacionais. Estudos que comparem as razões funcionais em andebolistas, com diferentes níveis competitivos seriam interessantes para esclarecer situações como esta.

Relativamente aos atletas de futsal, os resultados da razão funcional foram:  $1,18 \text{ N}\cdot\text{m} \pm 0,24$ ;  $1,10 \text{ N}\cdot\text{m} \pm 0,16$  e  $1,35 \text{ N}\cdot\text{m} \pm 0,32$ , para 60, 120 e 180°/s respectivamente. Uma vez que a maioria da literatura sobre a razão funcional dos rotadores do ombro recai sobre atletas de modalidade de predomínio do membro superior, poucos foram os estudos que possibilitaram a comparação dos nossos resultados. Noffal (2003), avaliou a 300°/s em sujeitos que não praticassem modalidades com gesto acima da cabeça e obteve uma razão de  $1,37 \text{ N}\cdot\text{m} \pm 0,30$ . Este valor aproxima-se do valor dos atletas de futsal a 180°/s, mas no entanto trata-se de uma velocidade angular muito diferente. Hughes *et al.*, (1999) realizaram um estudo para estabelecer os valores normativos da razão agonista-antagonista dos músculos do ombro para adultos de diversas faixas etárias. No entanto, os autores mediram a força isométrica, em vários momentos angulares, não sendo por isso, possível a comparação com estes valores.

Apesar de a razão funcional ser mais representativa do gesto técnico dos atletas lançadores, existe um menor número de estudos que realiza a avaliação da força excêntrica, de modo a obter a razão funcional e assim ter um estudo mais ecológico. Como já foi explicado, a razão deste facto, pode ser pela maior dificuldade em obter valores de PT fiáveis e reproduzíveis, sobretudo a velocidades altas, pela dificuldade na realização do próprio teste e pelo aumento da variabilidade inter-sujeito. No presente estudo é possível verificar que na razão funcional houve uma maior variabilidade comparativamente com a razão convencional. Se verificarmos o DP por grupos e por velocidade, temos que na razão convencional em G1, a 60°/s é 0,15 versus 0,21 (razão funcional); a 120°/s é 0,12 versus 0,17; a 180°/s é 0,14 versus 0,22. E para o G2 a comparação do DP temos que: a 60°/s é 0,18 versus 0,24; a 120°/s 0,16 versus 0,16; e 0,21 versus 0,32 a 180°/s. Verifica-se ainda que esta diferença do DP é maior entre as

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

razões convencionais e funcionais, na velocidade mais alta, 180°/s (0,14-0,22 em G1 e 0,21-0,32 em G2) (ver tabelas 9 e 10).

Relativamente à H3, só foi possível afirmar que G1 apresentou uma razão convencional ou funcional significativamente mais baixa que G2, em algumas das velocidades angulares e para determinados momentos angulares (tabelas de 11 a 16). Uma vez que a média foi sempre menor, em G1 que em G2, para todas as velocidades, nas duas razões, para os três momentos angulares, crê-se que com uma maior amostra, o valor de p já seria significativo para afirmar esta diferença como válida.

Quanto às razões convencionais e funcionais em momentos angulares específicos foi difícil comparar os resultados deste estudo com outros, uma vez que apenas foi encontrado um estudo que avaliou a razão convencional do ombro em posições angulares (Hughes *et al.*, 1999). Estes autores mediram a força isométrica dos rotadores internos e externos do ombro em duas posições diferentes. Uma a 15° de abdução no plano da omoplata e outra a 90° de abdução, no plano da omoplata. Para obterem as razões ER/IR avaliaram o *torque* a 0° de rotação na primeira posição descrita e a 30° de rotação externa para a segunda posição descrita. Os resultados obtidos para o lado dominante foram: 0,58 N·m ± 0,14 (0° de rotação do ombro, e 15° de abdução) e 0,75 N·m ± 0,23 (30° de rotação externa, a 90° de abdução). Verifica-se que a razão foi mais elevada na posição com mais amplitude de rotação externa, tal como aconteceu no presente estudo, mas uma vez que as posições em teste do estudo foram diferentes quanto à abdução do ombro para as duas razões, não se pode fazer muitas comparações.

Não foi possível reflectir em mais comparações dos resultados do estudo supra-citado, com os do presente estudo, dada o tipo de contração diferir. No estudo de Hughes *et al.*, (1999) foi estudada a contração estática, que teve como objectivo medir a tensão muscular máxima, numa determinada posição angular, enquanto que neste estudo houve uma avaliação da força, com dinamometria isocinética, em que uma das características principais é a manutenção de uma velocidade angular constante. Para além da diferença no tipo de contração, a posição em teste também não foi a mesma.

De maneira a só estudar valores de *torque* que estivessem na velocidade angular em teste (*load range*) e não numa fase de aceleração ou desaceleração inerente ao teste, foram determinados, momentos angulares que corresponderam sensivelmente a metade

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

de cada rotação em teste. Ou seja, a amplitude em teste foi de 65° de rotação interna a 80° de rotação externa, e os momentos angulares escolhidos foram, os 30° de rotação interna, os 45° de rotação externa e os 0° de rotação. Os 0° de rotação, o que corresponde sensivelmente a cerca de metade da amplitude de rotação.

A escolha destes três momentos angulares também permitiu avaliar as razões de força em diferentes fases do remate no andebol. Segundo Wagner *et al.*, (2010) existem diferentes técnicas de remate no andebol que variam de acordo com a posição e o movimento defensivo dos adversários. De todos os remates, o remate com salto vertical é o mais comum durante as competições, correspondendo a 73-75% de todos os remates (Wagner & Muller, 2008). O ciclo de lançamento, como abordado anteriormente implica uma fase de preparação, aceleração e desaceleração (Wagner *et al.*, 2010). Sendo que os 45° de rotação externa é uma amplitude dentro da fase de preparação/ armar o braço, os 0° de rotação enquadra-se na fase de aceleração e os 30° de rotação interna, integra a fase de desaceleração. É discutível se é ecológico avaliar a razão RE ecc/ RI con na fase de preparação, uma vez que para armar o braço é necessário realizar abdução horizontal e rotação externa contra gravidade, sendo que os agonistas do movimento são os rotadores externos e os antagonistas os rotadores internos (Yildiz *et al.*, 2006). No entanto uma vez que, para armar o braço não é necessário uma grande produção de força, servindo sim, para aumentar o ciclo de alongamento-encurtamento com o objectivo de incrementar a produção de força na fase seguinte (aceleração), neste estudo não foram trabalhados os dados da razão RI ecc/RE con.

Neste estudo é possível verificar que as razões funcionais por ângulos específicos aumentam de valor, à medida que se vai de rotação interna para rotação externa. Ou seja, este comportamento é observável na razão funcional, nos três ângulos a 60, 120 e 180° tanto nos jogadores de andebol como nos jogadores de futsal (tabelas 10, 12 e 14). Demonstrado uma maior capacidade dos rotadores externos de controlarem excêntrica a acção dos rotadores internos em amplitudes de maior rotação externa. Este fenómeno pode ser explicado pelo menor grau de estiramento dos mesmos, facilitando a sua acção excêntrica. Comportamento este que não é verificado na razão concêntrica onde o comportamento não é linear nas diferentes velocidades, embora para o G1 seja possível verificar, de forma consistente, que a razão convencional mais alta é nos 45° de rotação externa.

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

A literatura diverge quando se relaciona a história anterior ou presente de dor no ombro com a diferença nas razões de força. Stuelcken *et al.*, (2008) não encontraram diferenças estatisticamente significativas relativas ao PT e às razões convencionais e funcionais, dos rotadores do ombro a 90°/s, em jogadores de elite de *cricket*, com ou sem história de dor no ombro. Trakis *et al.*, (2008) encontraram diferenças significativas nos lançadores do basebol (“*pitchers*”), com dor, e sem história de dor. Estes autores identificaram uma diferença maior entre ombro dominante versus ombro não dominante, relativamente à força dos rotadores internos, no grupo com dor, comparativamente com o grupo sem dor. E também detectaram uma menor diferença da força do Supra-Espinhoso e Trapézio Médio entre lado dominante e não dominante no grupo com dor. Sublinhando assim, que os *pitchers* com história de dor, apresentaram uma menor força relativa dos músculos Supra-Espinho e Trapézio Médio e maior força relativa dos rotadores internos, comparados com os *pitchers* sem história de dor. Stickley *et al.*, (2008) encontraram uma razão funcional mais baixa em jogadoras de vôlei adolescentes com história de lesão do ombro, comparativamente com as jogadoras sem história de lesão, a razão RE ecc/ RI com também foi mais baixa para o grupo com lesão anterior, mas sem valores significativos. A razão convencional não demonstrou ser diferente nos dois grupos. Juneja *et al.*, (2011) também identificaram uma razão convencional mais baixa em jogadores de *cricket* com história de dor, comparativamente com os jogadores da modalidade sem história de dor.

Foi possível verificar que a DASH-D, que mede o impacto de uma condição na funcionalidade do membro superior a praticar uma modalidade, teve uma pontuação significativamente mais alta em G1, que em G2,  $p = 0,031 \leq 0,05$  (hipótese H5) (ver tabela 18). Esta hipótese não surpreende uma vez que no futsal não existe um predomínio de actividade do membro superior, e por isso seria expectável que um problema/sintoma no membro superior tivesse pouco impacto nesta modalidade ao contrário do que se sucede no andebol.

Uma vez que a DASH-D permite avaliar a existência de dor a praticar a modalidade em questão, ou a dificuldade em usar a técnica habitual ou estar o tempo desejado a praticar (ver apêndice I), seria expectável que um score alto na DASH-D se correlacionasse com baixos valores na razão funcional, à semelhança do que se sucedeu nas jogadoras de vôlei com presença de dor (Stickley *et al.*, 2008). Esta correlação, expressa na hipótese

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

H7, não se verificou (ver tabela 19), são apontadas como principais justificações: a escolha da escala e as pontuações baixas obtidas pelo G1 na mesma. Esta escala está indicada para medir o impacto de uma condição de saúde na funcionalidade do membro superior, e os atletas em teste, para serem incluídos na amostra, não tinham qualquer sintoma ou patologia no MSD. Uma vez que não foi encontrada nenhuma outra escala, validada para a população portuguesa, que tivesse um módulo específico para desportistas, ou que permitisse avaliar a funcionalidade do ombro no desporto, escolheu-se a DASH. Dado que, apesar da escala estar indicada para sujeitos com uma condição de saúde, e os atletas em estudo não se enquadrarem nesse perfil; Os baixos scores na DASH-D da população do G1, média de 10,94, numa escala que varia de 0 a 100, e em que 100 é a maior disfunção possível; E o facto da escala se reportar à semana anterior, ou seja, apresenta uma janela curta. Era previsível que se a escala se remetesse à época desportiva em questão, os *scores* pudessem ser mais elevados, e assim se encontrar uma correlação com a razão funcional, a 60, 120 e 180°/s. Até porque, embora não seja significativamente é possível verificar que a relação entre a DASH-D e as razões funcionais a 120°/s e 180°/s (tabela 19) são negativas. Indicando uma relação no sentido expectável.

Acredita-se que se tivesse sido incluído na amostra, jogadores com queixas no ombro, seria possível observar esta correlação, uma vez que quanto mais baixo é o valor da razão, maior é a incapacidade dos rotadores externos em controlar excêntricamente os movimentos de rotação do ombro e garantir a centragem da cabeça umeral (Ellenbecker & Davies, 2000).

Wilk *et al.*, (2011), avaliaram as amplitudes passivas de rotação do ombro em lançadores de basebol, e registaram as lesões e a necessidade de cirurgia ao ombro, durante três épocas desportivas. Estes autores concluíram que os lançadores com GIRD, que representa uma perda de 20° ou mais de rotação interna do ombro dominante, comparativamente com o ombro não dominante, apresentavam um risco maior de lesão e de necessidade de cirurgia ao ombro.

Foi possível verificar que a rotação externa em G1 e G2 era estatisticamente diferente,  $p = 0,002 \leq 0,05$  e observando a média nos dois grupos, verifica-se que em G1 a média foi de  $94,63^{\circ} \pm 10,08$ , enquanto que em G2, foi de  $80,00^{\circ} \pm 16,21$ , confirmando parte da

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

hipótese H4. No entanto esta hipótese é que G1 apresente, de forma significativa uma maior amplitude de rotação externa e uma menor amplitude de rotação interna, não havendo valores estatísticos que permitam afirmar a última parte da premissa. Como se pode verificar na tabela 17, a média de rotação interna em G1 é menor que em G2, mas o valor de p não é significativo. As razões possíveis para esta situação são: a reduzida amostra e o possível erro de medição das amplitudes activas.

Não foi encontrada uma correlação significativa entre um score mais alto na DASH-D e maior amplitude activa de rotação externa e/ou menor amplitude activa de rotação interna (hipótese 9) (ver tabela 21). No entanto existem duas razões apontadas para esta ausência de correlação, a primeira é as medições serem activas, e não passivas. Existe uma maior possibilidade de erro na medição da amplitude activa do que na medição da amplitude passiva com a devida estabilização. A segunda razão é mais uma vez a escala, que pode não ter sido a mais indicada para a população em estudo, embora tenha sido a que mais se aproximava do propósito em estudo.

Por fim, também não foi possível encontrar uma correlação entre as razões funcionais mais baixas e maior amplitude activa de rotação externa e/ou menor amplitude activa de rotação interna (hipótese 8) (ver tabela 20). Embora exista uma relação demonstrada na literatura entre o GIRD e a probabilidade de ter lesão (Wilk *et al.*, 2011) e uma razão baixa, com o aumento da probabilidade de apresentar dor/lesão no ombro (Byram *et al.*, 2010; Juneja *et al.*, 2011; Stickley *et al.*, 2008; Trakis *et al.*, 2008; Wilk *et al.*, 2011). As razões apontadas para a ausência de correlação são: O facto da medição ter sido activa e não passiva, o que possibilita um erro maior, uma vez que a rotação interna é medida até visualmente o aspecto lateral do acrómio se destaque da marquesa, enquanto que na medição passiva é até mecanicamente não ser possível realizar mais movimento de rotação interna com a devida estabilização; a dimensão da amostra ser reduzida, com uma maior número de sujeitos seria possível ter uma média mais assertiva das rotações do ombro; E por fim, o facto da amostra ser composta por sujeitos sem dor/lesão, e apenas se poder encontrar sujeitos com sintomas de sobreuso, não permitindo relacionar as amplitudes com as razões funcionais.

Quando se avalia a força de um atleta, ou uma razão de força é necessário ter em conta a idade do mesmo. Stickley *et al.*, (2008) demonstraram que atletas femininas de vólei

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

com 14 e 15 anos, conseguiam produzir mais força tanto dos RE como RI, a trabalhar concêntrica ou excêntrica, que atletas de 12 anos ou menos. No entanto quando avaliaram as razões de força, não encontraram diferenças significativas entre as idades, demonstrando que nestas faixas etárias, e para esta modalidade o força dos RE e RI tende a aumentar na mesma proporção, ao longo da adolescência. Ellenbecker & Roetert (2003), também efetuaram um estudo em jogadores de ténis elite dos 12 aos 17 e dos 18 aos 21 anos e não encontraram diferenças significativas, na razão de força convencional. Reforçando que durante o crescimento a força aumenta significativamente, mas tende a manter um equilíbrio muscular agonista-antagonista. Ao longo da vida adulta, este equilíbrio muscular parece não se manter.

No presente estudo em G1, foi encontrada uma correlação significativa entre as razões funcionais, a 60°/s e 120°/s e a idade ( $p = 0,015 \leq 0,05$  e  $p = 0,001 \leq 0,05$ ); razão convencional a 120°/s e a idade ( $p = 0,049 \leq 0,05$ ). Tal como entre a razão funcional a 120°/s com os anos de experiência ( $p = 0,004 \leq 0,01$ ). Todas estas relações foram inversas, ou seja, quantos mais anos ou experiência, razões mais baixas foram apresentadas, confirmando a hipótese H10, para as velocidades acima descritas. Este comportamento das variáveis, sugere que com o sobreuso, e com o acumular de repetições dos mesmos gestos técnicos, o equilíbrio muscular desejado não seja mantido, o que parece indiciar uma adaptação morfofuncional dos praticantes de andebol (deste nível competitivo) e que necessita de ser minimizada.

Não foi encontrada nenhum estudo que relacionasse as razões de força com a experiência dos atletas, mas Zapartidis *et al.*, (2009) num estudo sobre os factores que influenciam a velocidade do remate em jovens jogadoras de andebol, encontrou entre outras, uma correlação da experiência, em anos, das jogadoras com a velocidade da bola ( $p < 0,001$ ).

Foram identificadas diversas limitações no presente estudo, sendo que a mais representativa foi a dimensão reduzida da amostra. As restantes limitações identificadas foram: nem todos os sujeitos conseguiram atingir a velocidade em teste, na velocidade mais elevada (180°/s), ao longo de toda a amplitude em teste; a fragilidade das medições da amplitude activa da rotação do ombro; a aplicação da DASH ser para populações com condições de saúde ao nível do membro superior e não ter sensibilidade suficiente

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

para averiguar os sintomas de sobreuso, por exemplo, o que limitou os resultados referentes à estatística correlacional. Constituí ainda, uma limitação do presente estudo a inclusão de dois guarda-redes no grupo de futsal, que durante um treino/jogo efectuam lançamentos de uma bola, contudo em número sempre inferior aos jogadores de andebol.

Recomendam-se que se façam estudos que abordem os seguintes pontos:

Comparem diferentes valores de “*window*” para verificar se os valores de *torque* são estatisticamente diferentes conforme a janela escolhida e qual a melhor janela, ou seja a que mais verdadeiramente traduz valores de *torque* que representem a força do sujeito, naquelas condições;

Se estude se a razão do comportamento da razão de força diminuir com a idade e com a experiência, é pela diminuição da força relativa dos RE ou do aumento relativo da força dos RI (ou ambos), ou se outro fenómeno acontece.

Que se estude as razões funcionais dos rotadores do ombro, em modalidades de predomínio do membro inferior e com corrida, com o objectivo de identificar se estes, de facto, apresentam valores de razão mais altos, que sujeitos que não praticam este tipo de modalidades, dada a acção da coifa dos rotadores na corrida;

Que se estude de forma aprofundada as razões de força conforme a fase do ciclo de lançamento, nomeadamente a RE ecc/ RI com nas fases de aceleração e desaceleração;

Que se realizem mais estudos onde se extraía a posição angular do PT correspondente, para verificar se é observável o mesmo comportamento presente neste estudo;

Estudos que demonstrem a necessidade de um trabalho de fortalecimento específico dos rotadores do ombro, quer ser jogue andebol na divisão mais alta, quer se jogue numa competição local. Uma vez que as características antropométricas, como o peso corporal estão associadas com a velocidade de libertação da bola e esta velocidade é o factor mais determinante na eficácia de um remate de andebol (Wagner *et al.*, 2010);

Que se efectuem estudos que relacionem o uso do DI, com o uso do dinamómetro manual (HED). Uma vez que os investigadores por norma optem pelo estudo da força recorrendo ao DI, mas na prática clínica do fisioterapeuta, estes têm mais acesso aos

Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

dinamómetros manuais, devido ao seu menor custo económico e o seu carácter portátil, mais facilmente aplicável em contexto do treino em clube ou clínica.

## 6. Conclusões

Foram encontradas diferenças significativas, tanto para razões convencionais, RE con/RI con, como funcionais, RE ecc/ RI con, nas velocidades angulares de 60, 120 e 180°/s, medidas por um DI, entre jogadores amadores ou semi-profissionais de andebol e de futsal. O grupo do andebol apresentou sempre para o membro superior dominante, razões quer funcionais quer convencionais mais baixas que o grupo do futsal .

Foram encontradas algumas diferenças entre as razões convencionais e funcionais em determinados momentos angulares, 30° de rotação interna, 0° de rotação do ombro e 45° de rotação externa do ombro, nas diferentes velocidades, com mais significado na velocidade mais baixa, mas não de forma consistente. Em todas as velocidades, as razões por momentos angulares foram sempre mais baixas nos andebolistas, comparativamente com os praticantes de futsal.

Foram encontradas diferenças significativas, quanto à amplitude activa de rotação externa, medida por um goniómetro convencional. Os andebolistas apresentaram maior amplitude de rotação externa. No entanto, não foram encontradas diferenças significativas, na medição da rotação interna activa, embora os andebolistas tenham apresentado valores abaixo do que os atletas de futsal.

A posição angular onde ocorre o PT, tanto dos RE, como dos RI, para os dois tipos de contração, nas diferentes velocidades é quase sempre no arco de rotação externa (11 em 12 valores de posições angulares).

Verificou-se que a posição angular do PT dos ER em contração excêntrica é sempre numa amplitude de rotação externa maior que a posição angular do PT dos IR em contração concêntrica.

Não foram encontradas correlações (duas a duas) entre as variáveis: razão funcional, DASH-D e a amplitudes de rotação interna e externa activas, numa amostra de jogadores de andebol, sem sintomatologia ou lesão no ombro nos 12 meses anteriores às avaliações da força.

Foram encontradas correlações inversas, significativas, entre a idade dos sujeitos do G1 e as razões de força convencionais e funcionais. E foi identificada também uma correlação inversa entre a experiência na modalidade do andebol e a razão funcional a

## Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

120°/s. Todas as outras razões apresentavam igualmente uma relação negativa com a idade e anos de experiência, demonstrando que com mais anos e mais experiência as razões de força apresentam um menor valor. O que significa ou menor força dos RE, ou maior força dos RI, ou ambos.

As implicações para a fisioterapia são que na prática clínica quando se avalia a força muscular e a mobilidade articular dos ombros de um jogador de andebol (ou de outra modalidade com um gesto técnico acima da cabeça) dever-se-á estar à espera de diferentes resultados, comparativamente com atletas de outras modalidades. Deve-se incluir na avaliação da força muscular, a mensuração da capacidade de gerar força excêntrica e esperar que a força excêntrica dos RE seja superior à força concêntrica dos RI. Dever-se-á procurar identificar as diferenças na capacidade de produção de força ao longo das amplitudes disponíveis e estar à espera que um *overhead athlete* apresente menor amplitude de rotação interna e maior amplitude de rotação externa, no MSD, versus não MSND. E que estas adaptações morfofuncionais do ombro dos lançadores, nomeadamente a existência do GIRD e de uma possível fraqueza dos RE, e de uma razão funcional baixa, podem estar associadas a riscos acrescidos de sintomas e/ou lesões.

Recomenda-se um trabalho, com atletas lançadores, com o objectivo de prevenir lesões no ombro, bem como uma possibilidade de optimização da força dos atletas para valores de razões considerados saudáveis para a população específica e minimização do GIRD. A intervenção tem objectivos que deverão diferir consoante a modalidade do atleta que esteja em tratamento.

Apesar das limitações referidas, este estudo pretendeu dar um contributo na análise de factores de risco associados às lesões do ombro em atletas lançadores.

## 7. Referências Bibliográficas

- Andrade, M.S., Fleury, A.M., de Lira, C.A., Dubas, J.P., da Silva, A.C. (2010). Profile of isokinetic eccentric-to-concentric strength ratios of shoulder rotator muscles in elite female team handball players. *J Sports Sci*, 28 (7), 743-9.
- Andrade, M.S., De Lira, C.A., Koffes Fde, C., Mascarin, N.C., Benedito-Silva, A.A., Da Silva, A.C. (2012). Isokinetic hamstrings-to-quadriceps peak torque ratio: The influence of sport modality, gender, and angular velocity. *J Sports Sci*, 30 (6), 547-53.
- Baltzopoulos, V. & Brodie, D.A. (1989). Isokinetic dynamometry. Applications and limitations. *Sports Med*, 8 (2), 101-16.
- Barbieri, F.A., Barbieri, R.A., Queiroga, M.R., Santana, W.C., Kokubun, E. (2012). Perfil antropométrico e fisiológico de atletas de futsal da categoria sub-20 e adulta *Motricidade*, 8 (4), 62-70.
- Biodex Medical Systems, I., BIODEX ADVANTAGE SOFTWARE (V.4X): OPERATION MANUAL.
- Biodex Medical Systems, I., Biodex Multi - Joint System - Pro: Setup/Operation Manual
- Brown, L.E., Whitehurst, M., Gilbert, R., Buchalter, D.N. (1995). The effect of velocity and gender on load range during knee extension and flexion exercise on an isokinetic device. *J Orthop Sports Phys Ther*, 21 (2), 107-12.
- Brown, L.P., Niehues, S.L., Harrah, A., Yavorsky, P., Hirshman, H.P. (1988). Upper extremity range of motion and isokinetic strength of the internal and external shoulder rotators in major league baseball players. *Am J Sports Med*, 16 (6), 577-85.
- Burkhart, S.S. & Morgan, C.D. (1998). The peel-back mechanism: its role in producing and extending posterior type II SLAP lesions and its effect on SLAP repair rehabilitation. *Arthroscopy*, 14 (6), 637-40.
- Burkhart, S.S., Morgan, C.D., Kibler, W.B. (2000). Shoulder injuries in overhead athletes. The "dead arm" revisited. *Clin Sports Med*, 19 (1), 125-58.
- Burkhart, S.S., Morgan, C.D., Kibler, W.B. (2003a). The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part III: The SICK scapula, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation. *Arthroscopy*, 19 (6), 641-61.
- Burkhart, S.S., Morgan, C.D., Kibler, W.B. (2003b). The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part I: pathoanatomy and biomechanics. *Arthroscopy*, 19 (4), 404-20.
- 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. *Am J Sports Med*, 38 (7), 1375-82.
- Cartucho, A. & Espregueira-Mendes, J., (2009). *O Ombro* Lidel Edições Técnicas.

Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

- Caruso, J.F., Brown, L.E., Tufano, J.J. (2012). The reproducibility of isokinetic dynamometry data. *Isokinetics and Exercise Science*, (20), 239 - 253.
- Castagna, C. & Barbero Alvarez, J.C. (2010). Physiological demands of an intermittent futsal-oriented high-intensity test. *J Strength Cond Res*, 24 (9), 2322-9.
- Castagna, C., D'Ottavio, S., Granda Vera, J., Barbero Alvarez, J.C. (2009). Match demands of professional Futsal: a case study. *J Sci Med Sport*, 12 (4), 490-4.
- Codine, P., Bernard, P.L., Pocholle, M., Benaim, C., Brun, V. (1997). Influence of sports discipline on shoulder rotator cuff balance. *Med Sci Sports Exerc*, 29 (11), 1400-5.
- Contreras, J.J., Espinoza, R., Liendo, R., Coda, S., Osorio, M., Sosa, F. (2011). Glenohumeral rotation range deficit in professional rugby players: A cross sectional study. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 22 (7), 39-47.
- Cook, E.E., Gray, V.L., Savinar-Nogue, E., Medeiros, J. (1987). Shoulder Antagonistic Strength Ratios: A Comparison between College-Level Baseball Pitchers and Nonpitchers. *J Orthop Sports Phys Ther*, 8 (9), 451-61.
- Cools, A.M., Witvrouw, E.E., Mahieu, N.N., Danneels, L.A. (2005). Isokinetic Scapular Muscle Performance in Overhead Athletes With and Without Impingement Symptoms. *J Athl Train*, 40 (2), 104-110.
- Crockett, H.C., Gross, L.B., Wilk, K.E., Schwartz, M.L., Reed, J., O'Mara, J., Reilly, M.T., Dugas, J.R., Meister, K., Lyman, S., Andrews, J.R. (2002). Osseous adaptation and range of motion at the glenohumeral joint in professional baseball pitchers. *Am J Sports Med*, 30 (1), 20-6.
- Digiovine, N.M., Jobe, F.W., Pink, M., Perry, J. (1992). An electromyographic analysis of the upper extremity in pitching. *J Shoulder Elbow Surg*, 1 (1), 15-25.
- Dwelly, P.M., Tripp, B.L., Tripp, P.A., Eberman, L.E., Gorin, S. (2009). Glenohumeral rotational range of motion in collegiate overhead-throwing athletes during an athletic season. *J Athl Train*, 44 (6), 611-6.
- Edouard, P., Frize, N., Calmels, P., Samozino, P., Garet, M., Degache, F. (2009). Influence of rugby practice on shoulder internal and external rotators strength. *Int J Sports Med*, 30 (12), 863-7.
- Ellenbecker, T. & Roetert, E.P. (2003). Age specific isokinetic glenohumeral internal and external rotation strength in elite junior tennis players. *J Sci Med Sport*, 6 (1), 63-70.
- Ellenbecker, T.S. & Mattalino, A.J. (1997). Concentric isokinetic shoulder internal and external rotation strength in professional baseball pitchers. *J Orthop Sports Phys Ther*, 25 (5), 323-8.
- Ellenbecker, T.S. & Davies, G.J. (2000). The application of isokinetics in testing and rehabilitation of the shoulder complex. *J Athl Train*, 35 (3), 338-50.

Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

- Ellenbecker, T.S., Roetert, E.P., Piorkowski, P.A., Schulz, D.A. (1996). Glenohumeral joint internal and external rotation range of motion in elite junior tennis players. *J Orthop Sports Phys Ther*, 24 (6), 336-41.
- Ellenbecker, T.S., Roetert, E.P., Bailie, D.S., Davies, G.J., Brown, S.W. (2002). Glenohumeral joint total rotation range of motion in elite tennis players and baseball pitchers. *Med Sci Sports Exerc*, 34 (12), 2052-6.
- Forthomme, B., Dvir, Z., Crielaard, J.M., Croisier, J.L. (2011). Isokinetic assessment of the shoulder rotators: a study of optimal test position. *Clin Physiol Funct Imaging*, 31 (3), 227-32.
- Frisiello, S., Gazaille, A., O'Halloran, J., Palmer, M.L., Waugh, D. (1994). Test-retest reliability of eccentric peak torque values for shoulder medial and lateral rotation using the Biodex isokinetic dynamometer. *J Orthop Sports Phys Ther*, 19 (6), 341-4.
- Gonçalves, R.S. & Pinheiro, J.P. (2004). Características da força isocinética dos músculos extensores e flexores da articulação do joelho. *Rev. Port. Med. Desp.*, 110 69-75.
- Hageman, P.A., Mason, D.K., Rydlund, K.W., Himpal, S.A. (1989). Effects of position and speed on eccentric and concentric isokinetic testing of the shoulder rotators. *J Orthop Sports Phys Ther*, 11 (2), 64-9.
- Herrington, L. (1998). Glenohumeral joint: internal and external rotation range of motion in javelin throwers. *Br J Sports Med*, 32 (3), 226-8.
- Hoerberigs, J.H., van Galen, W.C., Philipsen, H. (1986). Pattern of injury in handball and comparison of injured versus noninjured handball players. *Int J Sports Med*, 7 (6), 333-7.
- Hudak, P.L., Amadio, P.C., Bombardier, C. (1996). Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) [corrected]. The Upper Extremity Collaborative Group (UECG). *Am J Ind Med*, 29 (6), 602-8.
- Hughes, R.E., Johnson, M.E., O'Driscoll, S.W., An, K.N. (1999). Normative values of agonist-antagonist shoulder strength ratios of adults aged 20 to 78 years. *Arch Phys Med Rehabil*, 80 (10), 1324-6.
- Hurd, W.J., Kaplan, K.M., Eiatrache, N.S., Jobe, F.W., Morrey, B.F., Kaufman, K.R. (2011). A profile of glenohumeral internal and external rotation motion in the uninjured high school baseball pitcher, part I: motion. *J Athl Train*, 46 (3), 282-8.
- Jost, B., Zumstein, M., Pfirrmann, C.W., Zanetti, M., Gerber, C. (2005). MRI findings in throwing shoulders: abnormalities in professional handball players. *Clin Orthop Relat Res*, (434), 130-7.

Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

- Juneja, H., Verma, S.K., Khanna, G.L. (2011). Isometric Peak Force of Shoulder Rotators in Cricketers with and without History of Shoulder Pain. *Journal of Exercise Science and Physiotherapy*, 7 (1), 42-49.
- Kaplan, K.M., Elattrache, N.S., Jobe, F.W., Morrey, B.F., Kaufman, K.R., Hurd, W.J. (2011). Comparison of shoulder range of motion, strength, and playing time in uninjured high school baseball pitchers who reside in warm- and cold-weather climates. *Am J Sports Med*, 39 (2), 320-8.
- Kronberg, M., Nemeth, G., Brostrom, L.A. (1990). Muscle activity and coordination in the normal shoulder. An electromyographic study. *Clin Orthop Relat Res*, (257), 76-85.
- Laureano, R.M.S., (2011). *Testes de Hipóteses com o SPSS - O meu Manual de Consulta Rápida* Lisboa: Edições Sílabo, Lda.
- MacDermid, J.C., Chesworth, B.M., Patterson, S., Roth, J.H. (1999). Intratester and intertester reliability of goniometric measurement of passive lateral shoulder rotation. *J Hand Ther*, 12 (3), 187-92.
- Marques, M.C., Saavedra, F.J., Abrantes, C., Aida, F.J. (2011). Associations between rate of force development metrics and throwing velocity in elite team handball players: a short research report. *J Hum Kinet*, 29A 53-7.
- Meeteren, J., Roebroek, M.E., Stam, H.J. (2002). Test-retest reliability in isokinetic muscle strength measurements of the shoulder. *J Rehabil Med*, 34 (2), 91-5.
- Mendonça, L.M., Bittencourt, N.F.N., Anjos, M.T.S., Silva, A.A., Fonseca, S.T. (2010). Avaliação Muscular Isocinética da Articulação do Ombro em Atletas da Seleção Brasileira de Voleibol Sub-19 e Sub-21 Masculino. *Rev Bras Med Esporte*, 16 (2), 107-111.
- Muir, S.W., Corea, C.L., Beaupre, L. (2010). Evaluating change in clinical status: reliability and measures of agreement for the assessment of glenohumeral range of motion. *N Am J Sports Phys Ther*, 5 (3), 98-110.
- Ng, G.Y. & Lam, P.C. (2002). A study of antagonist/agonist isokinetic work ratios of shoulder rotators in men who play badminton. *J Orthop Sports Phys Ther*, 32 (8), 399-404.
- Nitschke, J.E. (1992). Reliability of isokinetic torque measurements: A review of the literature. *Australian Journal of Physiotherapy*, 38 (2), 125-134.
- Noffal, G.J. (2003). Isokinetic eccentric-to-concentric strength ratios of the shoulder rotator muscles in throwers and nonthrowers. *Am J Sports Med*, 31 (4), 537-41.
- Norkin, C.C. & White, D.J., (1995). *Medida do Movimento Articular: Manual de Goniometria (2ª ed)* Porto Alegre: Artes Médicas.
- Pascoal, A.G. & Tainha, C. (2006). Alterações no Padrão de Rotação Externa e Abdução Horizontal do Braço em Jogadores de Polo Aquático. *Revista da ESSA*, (2), 3-21.

Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

- Payton, O., (1988). *Research: The validation of clinical practice* Philadelphia: F. A. Davis Company.
- Pieper, H.G. (1998). Humeral torsion in the throwing arm of handball players. *Am J Sports Med*, 26 (2), 247-53.
- Plotnikoff, N.A. & MacIntyre, D.L. (2002). Test-retest reliability of glenohumeral internal and external rotator strength. *Clin J Sport Med*, 12 (6), 367-72.
- Ribeiro, A., (2012). *Shoulder morphofunctional adaptations on overhead-throwing athletes: Implications for physiotherapy throwing-shoulder examination* Cruz-Quebrada:Universidade Técnica de Lisboa, Faculdade de Motricidade Humana.
- Roach, N.T., Venkadesan, M., Rainbow, M.J.,Lieberman, D.E. (2013). Elastic energy storage in the shoulder and the evolution of high-speed throwing in Homo. *Nature*, 498 (7455), 483-6.
- Saccol, M.F., Gracitelli, G.C., da Silva, R.T., Laurino, C.F., Fleury, A.M., Andrade Mdos, S.,da Silva, A.C. (2010). Shoulder functional ratio in elite junior tennis players. *Phys Ther Sport*, 11 (1), 8-11.
- Santos, J. & Gonçalves, R.S. (2006). Adaptação e validação cultural da versão portuguesa do Disabilities of the Arm Shoulder and Hand – DASH. *Revista Portuguesa de Ortopedia e Traumatologia*, 14 (3), 29-44.
- 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. *J Orthop Sports Phys Ther*, 25 (3), 203-7.
- Seil, R., Rupp, S., Tempelhof, S.,Kohn, D. (1998). Sports injuries in team handball. A one-year prospective study of sixteen men's senior teams of a superior nonprofessional level. *Am J Sports Med*, 26 (5), 681-7.
- Shanley, E., Rauh, M.J., Michener, L.A., Ellenbecker, T.S., Garrison, J.C.,Thigpen, C.A. (2011). Shoulder range of motion measures as risk factors for shoulder and elbow injuries in high school softball and baseball players. *Am J Sports Med*, 39 (9), 1997-2006.
- Stickley, C.D., Hetzler, R.K., Freemyer, B.G.,Kimura, I.F. (2008). Isokinetic peak torque ratios and shoulder injury history in adolescent female volleyball athletes. *J Athl Train*, 43 (6), 571-7.
- Stuelcken, M.C., Ginn, K.A.,Sinclair, P.J. (2008). Shoulder strength and range of motion in elite female cricket fast bowlers with and without a history of shoulder pain. *J Sci Med Sport*, 11 (6), 575-80.

Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

- Thomas, S.J., Swanik, K.A., Swanik, C., Huxel, K.C. (2009). Glenohumeral rotation and scapular position adaptations after a single high school female sports season. *J Athl Train*, 44 (3), 230-7.
- Torres, R.R. & Gomes, J.L. (2009). Measurement of glenohumeral internal rotation in asymptomatic tennis players and swimmers. *Am J Sports Med*, 37 (5), 1017-23.
- Trakis, J.E., McHugh, M.P., Caracciolo, P.A., Busciacco, L., Mullaney, M., Nicholas, S.J. (2008). Muscle strength and range of motion in adolescent pitchers with throwing-related pain: implications for injury prevention. *Am J Sports Med*, 36 (11), 2173-8.
- Tredinnick, T.J. & Duncan, P.W. (1988). Reliability of measurements of concentric and eccentric isokinetic loading. *Phys Ther*, 68 (5), 656-9.
- van de Pol, R.J., van Trijffel, E., Lucas, C. (2010). Inter-rater reliability for measurement of passive physiological range of motion of upper extremity joints is better if instruments are used: a systematic review. *J Physiother*, 56 (1), 7-17.
- Wagner, H. & Muller, E. (2008). The effects of differential and variable training on the quality parameters of a handball throw. *Sports Biomech*, 7 (1), 54-71.
- Wagner, H., Buchecker, M., von Duvillard, S.P., Müller, E. (2010). Kinematic description of elite vs. low level players in team-handball jump throw. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9 15-23.
- Wagner, H., Pfusterschmied, J., Tilp, M., Landlinger, J., von Duvillard, S.P., Müller, E. (2012). Upper-body kinematics in team-handball throw, tennis serve, and volleyball spike. *Scand J Med Sci Sports*,
- Wilk, K.E. & Arrigo, C. (1993). Current concepts in the rehabilitation of the athletic shoulder. *J Orthop Sports Phys Ther*, 18 (1), 365-78.
- Wilk, K.E., Arrigo, C.A., Andrews, J.R. (1992). Isokinetic Testing of the Shoulder Abductors and Adductors: Windowed vs Nonwindowed Data Collection. *J Orthop Sports Phys Ther*, 15 (2), 107-12.
- Wilk, K.E., Arrigo, C.A., Andrews, J.R. (1997). Current concepts: the stabilizing structures of the glenohumeral joint. *J Orthop Sports Phys Ther*, 25 (6), 364-79.
- Wilk, K.E., Obama, P., Simpson, C.D., Cain, E.L., Dugas, J.R., Andrews, J.R. (2009). Shoulder injuries in the overhead athlete. *J Orthop Sports Phys Ther*, 39 (2), 38-54.
- Wilk, K.E., Macrina, L.C., Fleisig, G.S., Porterfield, R., Simpson, C.D., 2nd, Harker, P., Paparesta, N., Andrews, J.R. (2011). Correlation of glenohumeral internal rotation deficit and total rotational motion to shoulder injuries in professional baseball pitchers. *Am J Sports Med*, 39 (2), 329-35.

Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

Wong, E.K. & Ng, G.Y. (2009). Strength profiles of shoulder rotators in healthy sport climbers and nonclimbers. *J Athl Train*, 44 (5), 527-30.

Yildiz, Y., Aydin, T., Sekir, U., Kiralp, M.Z., Hazneci, B., Kalyon, T.A. (2006). Shoulder terminal range eccentric antagonist/concentric agonist strength ratios in overhead athletes. *Scand J Med Sci Sports*, 16 (3), 174-80.

Zapartidis, I., Skoufas, D., Vareltzis, I., Christodoulidis, T., Toganidis, T., Kororos, P. (2009). Factors Influencing Ball Throwing Velocity in Young Female Handball Players. *The Open Sports Medicine Journal*, 3 39-43.

Comparação da razão de força excêntrica-concêntrica dos rotadores do ombro, entre jogadores de andebol e futsal

## **8. Apêndices e Anexos**