



Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto

Instituto Politécnico do Porto

Tiago Pinhão Vieira

Avaliação Isocinética da Força Muscular dos
Isquiotibiais e Quadríceps em Atletas da Equipa
Nacional Portuguesa de Taekwondo

Mestrado em Fisioterapia – Desporto

Outubro, 2011

Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto – Instituto Politécnico do Porto

Tiago Pinhão Vieira

Avaliação Isocinética da Força Muscular dos
Isquiotibiais e Quadríceps em Atletas da Equipa
Nacional Portuguesa de Taekwondo

Dissertação submetida à Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto para o cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Fisioterapia – Desporto, realizada sob a orientação científica de Rui Torres Fisioterapeuta, Mestre.

Outubro, 2011

Agradecimentos

- Ao Mestre Rui Torres pela atenção, paciência e disponibilidade dispensada na elaboração deste trabalho;
- À ESTSP – Escola Superior Técnica de Saúde do Porto, pela cedência das suas instalações e material para a elaboração deste trabalho;
- A todas as pessoas que se submeteram ao meu estudo;
- Aos meus pais pelo apoio incondicional prestado durante a elaboração deste trabalho;
- À minha namorada, pela paciência e carinho demonstrado ao longo deste processo;
- À fisioterapeuta Daniela Simões pelo auxílio prestado no tratamento de dados estatísticos;
- Ao fisioterapeuta Camilo Moreira pelos seus conhecimentos e sabedoria;
- Aos fisioterapeutas da Fisiomato e Terapeutas da Fala pelo incentivo, em especial aos fisioterapeutas Tiago Ferrete, Maria João Aroso e Ruben Ferreira.
- A todos os meus amigos pela ajuda permanente ao longo deste trabalho;

Resumo

Objectivos: Avaliar a força muscular bilateralmente ao nível dos músculos quadricípite e isquiotibiais em atletas da equipa nacional Portuguesa de Taekwondo.

Amostra: Foi constituída por 6 dos 10 elementos que constituem a população de Taekwondistas do sexo masculino inscritos na Federação Portuguesa de Taekwondo, com presença regular nas selecções nacionais todos com um mínimo de 6 anos de prática. Os atletas apresentaram uma idade média 17,5 (\pm 1,9) anos, com uma altura de 181,2 (\pm 2,8) cm e com uma massa corporal total de 74,1 (\pm 11,6) kg

Metodologia: Procedeu-se à avaliação da força muscular dos participantes ao nível da musculatura flexora e extensora do joelho, no dinamómetro *Biodex System 4*, a uma velocidade de execução de 60°/s (4 repetições) e de 180°/s (10 repetições) com 60 segundos de intervalo, numa amplitude de movimento compreendida entre os 90 e os 0 graus. Todos os dados foram tratados no programa SPSS, versão 18.0, com um nível de significância de 0,05.

Resultados: Verificou-se a existência de diferenças estatísticas significativas na análise do *Peak Torque* ($p=0,023$) aos 180°/seg para os flexores do joelho e do *Peak Torque* 30° ($p=0,023$) aos 180°/seg na acção dos extensores e flexores ($p=0,037$) do joelho, entre o membro dominante e não dominante. Constatou-se ainda a existência de um rácio Isquiotibiais/Quadricípite (55%) dentro dos valores normais do equilíbrio muscular do joelho.

Discussão/Conclusão: Concluiu-se que foram encontradas diferenças nos níveis de força obtidos entre o membro dominante e não dominante, no entanto não foram encontrados desequilíbrios musculares clinicamente significativos. Assim como na relação Isquiotibiais/Quadricípite do próprio membro, não apontando por isso risco de lesão articular do joelho.

Palavras-chave: Joelho, Desequilíbrios Musculares, *Peak Torque*, Diferenças Bilaterais, Taekwondista, Isocinético

Abstract

Aim: The main objective of this study was to describe and compare the muscular force production of quadriceps *femoralis* and hamstring muscles bilaterally, in athletes of the national Portuguese team of Taekwondo.

Subjects: It was selected six of ten male Taekwondo athletes signed in the Portuguese Taekwondo Federation with regular presence in the national team with at least six years of practice. The athletes had presented an average age 17,5 (\pm 1,9) years, with a height of 181,2 (\pm 2,8) cm and with a total corporal mass of 74,1 (\pm 11,6) kg.

Methods: It was proceeded an evaluation of the muscular force production of the of flexors and extensors muscles of the knee of each participant using an isokinetic dynamometer Biodex System 4, to a speed of execution of 60 °/s (4 repetitions) and 180 °/s (10 repetitions) with a 60 seconds rest period in a range of motion understood between 90 and 0 degrees. All data had been treated according to SPSS programme, version 18.0, with a level of significance of 0.05.

Results: Meaningful differences were checked in the analysis of the Peak Torque ($p=0,023$) to 180°/sec for the flexors of the knee muscles and the Peak Torque 30° ($p=0,023$) to 180°/sec in the share of the extensores and flexors ($p=0,037$) knee muscles, between the dominant and not dominant member. The existence of a ratio hamstrings/quadriceps (55%) inside of the normal values of the muscular balance of the knee was still evidenced.

Discussion/Conclusion: It was found differences in the levels of muscular force production between the dominant and non-dominant lower limb, however, had not been found any clinically significant muscle impairment. As well as in the Hamstrings/Quadriceps *Femoralis* relation of the proper member, excluding the risk of articular lesion of the knee.

Key Words: Knee, Muscle imbalance, Peak torque, Bilateral differences, Taekwondo player, Isokinetic

Índice Geral

Índice de abreviaturas.....	VIII
Lista de siglas.....	IX
Índice de tabelas.....	X
Índice de anexos.....	XI
I. Introdução.....	1
II. Metodologia:.....	3
1. Amostra.....	3
2. Procedimentos.....	4
III. Procedimentos Estatísticos.....	7
IV. Apresentação dos Resultados.....	8
V. Discussão.....	14
VI. Conclusão.....	19
VII. Bibliografia.....	20
Anexo A.....	XXIII
Anexo B.....	XIV
Anexo C.....	XVI

Lista de abreviaturas

cm – Centímetros

°/seg – Grau por segundo

Kg – Kilograma

min – Minutos

mm – Milímetros

n – Números

°C - Graus Centígrados

Lista de Siglas

ICC – Coeficiente de correlação interclasse

IMC – Índice de Massa Corporal

PT – *Peak torque*

KO – Knock-out

I/Q - Rácio Isquiotibiais/Quadricípite

PT 30° - *Peak Torque aos 30°*

PT 0,18^{seg} - *Peak Torque 0,18''*

PT BW - *Peak Torque Body Weighty*

TW - Total Work

Índice de tabelas

Tabela 1 – Caracterização da amostra	3
Tabela 2 - Resultados da avaliação do <i>Peak Torque</i>	8
Tabela 3 – Resultados da avaliação do <i>Peak Torque</i> aos 30°	9
Tabela 4 – Resultados da avaliação do <i>Peak Torque Body Weight</i>	10
Tabela 5 – Resultados da avaliação do Rácio Isquiotibiais / Quadríceps.....	11
Tabela 6 – Resultados da avaliação do Rácio Isquiotibiais / Quadríceps com média e desvio padrão.....	12
Tabela 7 – Resultados da avaliação do <i>Peak Torque</i> 0,18 ^{seg}	12
Tabela 8 – Resultados da avaliação do Total Work.....	13

Índice de anexos

Anexo A: Declaração de consentimento informado	XIII
Anexo B: Questionário proposto	XIV
Anexo C: Análise estatística	XVI

I - INTRODUÇÃO

A modalidade de Taekwondo, cujo significado se traduz em “o caminho dos pés e das mãos através da mente”, é uma arte marcial de origem coreana que foi introduzida nos Jogos Olímpicos em 1988., na Coreia do Sul, tornando-se modalidade oficial em Sidney 2000 (Kasemi, Casela & Perri, 2009; Burke et al., 2003, Pietter et al., 2010; Machado *et al.*, 2009; Falco *et al.*, 2009; Beis, Pieter & Abatzides, 2007).

Os atletas de Taekwondo (TKD) de competição utilizam predominantemente os pontapés balísticos e de alta amplitude na região do tronco e da cabeça do adversário, exigindo intensa utilização dos músculos extensores e flexores do joelho (Machado *et al.*, 2009; Beis *et al.*, 2007).

Alguns estudos referem, uma elevada incidência de lesões no Taekwondo nos membros inferiores, sendo explicada pelo facto de cerca de 80% das técnicas utilizadas serem pontapés (Zeturak, Violán, Zurakowski & Micheli, 2005; Caine & Maffulli, 2005). No que diz respeito às lesões cápsulo-ligamentares parece ser o joelho das três grandes articulações que compõe o membro inferior, a articulação que sofre mais lesões e com maior gravidade (Caine & Maffulli, 2005; Pieter, 2010).

Face a este cenário, várias investigações têm procurado identificar os factores que poderão estar na base das lesões no joelho (Aagaard *et al.*, 1998). Tendo sido sugerido que os desequilíbrios de força ao nível da coxa, nomeadamente entre quadríceps e isquiotibiais, poderiam condicionar a funcionalidade do joelho e criar perigo à sua integridade, podendo levar a um risco acrescido de lesão dos tecidos moles e estruturas ósseas (Baltzopoulos & Brodi., 1989; Magalhães, Oliveira, Ascensão & Soares, 2001).

Alguns estudos referem ainda que uma boa funcionalidade dinâmica dos músculos estabilizadores do joelho, estruturas responsáveis pela estabilidade articular, pode ser determinante na prevenção e/ou na limitação da severidade de lesões dos tecidos moles (Magalhães *et al.*, 2001). A força muscular é consensualmente descrita na literatura como a habilidade que um músculo ou grupo muscular possui de exercer tensão activamente, de forma a iniciar um movimento, controlá-lo ou manter uma postura (Sandoval, Canto & Baraúna, 2004). No que concerne aos membros inferiores, a força muscular torna-se

imprescindível, uma vez que a existência de défices ou desequilíbrios entre grupos musculares são factores predisponentes a um maior risco de lesão (Magalhães *et al.*, 2001; Schneider, Benetti & Meyer, 2004).

Por estas razões, a avaliação e controlo da força muscular assumem uma importância particular na monitorização dos efeitos dos programas de treino bem como na identificação de factores de risco de lesão. A avaliação isocinética da força fornece informação relevante através de indicadores como o torque máximo, as diferenças bilaterais de força e o rácio antagonista/ agonista dos membros dominante e não dominante (Magalhães *et al.*, 2001; Terreti, Greve & AmatuZZi, 2001).

Posto isto, para podermos compreender o real contributo deste importante equilíbrio muscular em possíveis lesões, é importante obter os valores normativos dos atletas da modalidade em estudo.

Deste modo, será objectivo deste estudo avaliar a força muscular bilateralmente ao nível dos músculos quadríceps e isquiotibiais.

II - METODOLOGIA:

1. AMOSTRA:

O desenho do estudo foi observacional, descritivo e transversal, inserindo-se num modelo de investigação quantitativo.

A amostra foi constituída por 6 dos 10 elementos que constituem a população de Taekwondistas do sexo masculino inscritos na Federação Portuguesa de Taekwondo, com presença regular nas selecções nacionais. Foram elementos da amostra, atletas com um mínimo de 6 anos de prática, com idade média 17,5 ($\pm 1,9$) anos, com uma altura de 181,2 ($\pm 2,8$) cm e com uma massa corporal total de 74,1 ($\pm 11,6$) kg.

Assim, o grupo de indivíduos utilizado no estudo foi de apenas 10 atletas, pelo facto de serem os únicos com presença regular na selecção nacional, o que correspondente aproximadamente a um atleta por cada uma das categorias de peso na disciplina de combates: - 54kg, -58kg, -63kg, -68kg, -74kg, -80kg, -87kg e +87kg (WTF, 2011).

Neste sentido, foram excluídos por não cumprirem um ou mais critérios de exclusão, nomeadamente lesões graves nos últimos 6 meses, presença de dor ou inflamação, instabilidade articular e ligamentar nos membros inferiores, assim como referência de dor durante a realização da avaliação (Carvalho, Macedo & Ferreira 2008; Carvalho & Cabri 2007).

Tabela 1: Caracterização da amostra (Média, Desvio-Padrão, Mínimo e Máximo da idade, peso, altura e anos de prática).

Caracterização Geral da amostra				
	Idade (anos)	Altura (cm)	Peso (kg)	Prática (anos)
Média	17,5	181,2	74,1	7,5
Desvio padrão	1,9	2,8	11,6	1,1
Mínimo	16	178	62	6
Máximo	21	185	96	9

2. PROCEDIMENTOS:

O presente estudo foi realizado no Centro de Estudos de Movimento e Actividade Humana (CEMAH) da Escola Superior de Tecnologias da Saúde do Porto (ESTSP). Teve-se em consideração a manutenção de uma temperatura padronizada a 22°C, procurando obter todas as condições ideais, para avaliar a força muscular dos sujeitos.

O protocolo experimental, constou num momento de avaliação da força muscular produzida pelo quadríceps e dos isquiotibiais, através da avaliação num dinamómetro isocinético, tendo sido analisadas as seguintes variáveis: *Peak Torque*; Rácio Isquiotibiais/Quadríceps (I/Q); *Peak Torque aos 30°* (PT 30°); *Peak Torque aos 0,18 segundos* (PT 0,18^{seg}); *Peak Torque Body Weight* (PT BW) e Trabalho Total (TW).

O dinamómetro utilizado foi o *Biodex System 4* (Biodex System 4, Biodex Medical Systems, Inc, Shirley, NY, USA). Este instrumento é usado comumente para avaliar a condição muscular de atletas saudáveis e lesionados, porque promove uma avaliação dinâmica, objectiva e possível de ser reproduzida (Cools *et al.*, 2007; Chandler *et al.*, 1992; Codine, Bernard, Pocholle, Benaim & Brun, 1997). De facto, este é um instrumento que apresenta um valor de fiabilidade 0,99 na avaliação da força muscular do joelho a fiabilidade (ICC) e validade foi testada para o *Biodex System 3*, mas pode ser extrapolada para esta versão do Biodex (Brown & Weir, 2003; Brown & Weir, 2001; Vasconcelos *et al.*, 2009; Zawadzki, Bober & Siemieński, 2010; Drouin *et al.*, 2004).

Antes da recolha de dados foi realizada uma reunião com os atletas, sendo-lhes apresentada uma explicação sobre os objectivos, procedimentos e pertinência do estudo, de forma a aumentar a sua motivação e colaboração, assegurando desta forma o rigor e a qualidade da intervenção proposta. De seguida, os participantes foram submetidos a um questionário (Anexo A), com o objectivo de verificar se reuniam as condições necessárias para a participação no estudo.

Todos os atletas assinaram, ainda, uma declaração de consentimento informado, segundo a Declaração de Helsínquia da Associação Médica Mundial (Helsínquia 1964; Tóquio 1983; Hong Kong 1989; Somerset West 1996 e Edimburgo 2000) (Anexo B). Não foram referidos quaisquer dados que permitam a identificação ou a obtenção de informações relevantes sobre os indivíduos participantes neste estudo, respeitando o seu

anonimato e a confidencialidade de dados por eles fornecidos, tendo sido a sua participação neste estudo totalmente voluntária.

Para confirmar a exactidão das respostas dos indivíduos aos questionários para caracterização da amostra, os atletas foram inspeccionados, com o objectivo de tentar observar a existência de cicatrizes cirúrgicas à volta do joelho, observar a pele e o seu comportamento geral, como forma de detectar a presença de uma possível alteração ou lesão, que excluiria automaticamente o indivíduo de integrar o estudo (Buchanan & Vardaxis, 2003).

Ainda antes da realização da avaliação foi determinada a lateralidade do participante, seguindo-se para isso o procedimento de Capranica, Cama, Fanton, Tessitore e Figura (1992) e Rahnama *et al.* (2005), que consiste em chutar uma bola contra uma parede que contem um alvo pré-determinado.

Previamente foi realizado um aquecimento num cicloergómetro *Monark*® 824 *Varber Sweden* com 2% do peso corporal, com o objectivo de preparar as estruturas articulares e musculares, minimizando assim um possível risco de lesão, foi ainda realizado a uma intensidade moderada de forma a garantir que não causasse fadiga (Magalhães *et al.*, 2001; Carvalho *et al.*, 2008; Carvalho & Cabri 2007).

De modo a iniciar a avaliação, posicionou-se os indivíduos em teste, no dinamómetro isocinético, assumindo cada um deles a posição de sentado, com um ângulo de flexão da coxo-femural de 80°. O eixo motor foi alinhado visualmente com o eixo da articulação do joelho e foram aplicadas as estabilizações necessárias ao nível do tronco, da cintura pélvica e da coxa (1/3 distal) de forma a evitar as substituições e compensações inerentes a esforços máximos, por parte de outros grupos musculares e alavancas do corpo humano, para que o joelho a ser testado se mova com um único grau de liberdade (Dvir, 2004; Lund *et al.*, 2005; Magalhães *et al.*, 2004). O ponto de aplicação da resistência foi posicionado no terço distal da perna, dois centímetros acima do maléolo medial da articulação tíbio-társica e, em seguida, correctamente fixado com tiras adjacentes. Os participantes foram instruídos a realizarem o teste com as mãos cruzadas sobre o tronco (Carvalho *et al.*, 2008; Carvalho & Cabri 2007).

Foi determinado o peso do membro a testar, através do sistema intrínseco do dinamómetro, para a correcção dos valores de PT nos movimentos de flexão e extensão do joelho devido à acção da gravidade (Hole *et al.*, 2000; Magalhães *et al.*, 2004; Rahnama, Lees & Bambaecichi, 2005; Schmitz & Weswood, 2001).

Seguidamente procedeu-se à avaliação da força muscular dos participantes ao nível da musculatura flexora e extensora do joelho, a uma velocidade de execução de 60°/s (4 repetições) e de 180°/s (10 repetições) com 60 segundos de intervalo, numa amplitude de movimento compreendida entre os 90 e os 0 graus (Buchanan & Vardaxis, 2003; Lund *et al.*, 2005; Bittenourt *et al.*, 2005; Mendonça *et al.* 2010). A contracção muscular utilizada para serem obtidos os rácios para este estudo foi o tipo de contracção concêntrica/concêntrica (Mendonça *et al.*, 2010; Bittenourt *et al.*, 2005).

Durante a realização do teste foi proporcionado um *feedback* visual e auditivo semelhante a todos os indivíduos (Lund *et al.*, 2005; Rahnama *et al.*, 2005).

III - PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS:

Para o tratamento dos dados estatísticos, utilizou-se o programa *Statistical Package for the Social Sciences* – Versão 18.0 (SPSS/PASW *Statistics* 18.0, Chicago, Estados Unidos da América). O nível de significância para rejeição da hipótese nula em todos os testes estatísticos foi fixado em $\alpha=0.05$ (intervalo de confiança de 95%).

Foram utilizadas as medidas de estatística descritiva mediana, como medida de tendência central, e percentil 25 (P25) e 75 (P75), como medidas de dispersão. Devido ao reduzido tamanho da amostra, e tendo em conta os princípios da Teoria do Limite Central, foram efectuados Testes Não Paramétricos. Assim sendo, foi aplicado o teste para duas amostras emparelhadas, Teste *Wilcoxon* para comparação de todas as variáveis do membro inferior dominante e não dominante.

IV - APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS:

Análise dos parâmetros estudados ao nível dos músculos extensores e flexores da articulação do joelho nos atletas de Taekwondo

A tabela 2 apresenta os valores de *peak torque* produzidos à velocidade de 60°/seg e 180°/seg, nos movimentos de flexão e extensão do joelho.

Tabela 2. Comparação da avaliação do *Peak Torque* (Nm) dos membros inferiores dominante e não dominante ($\alpha=0,05$)

<i>Peak Torque</i>	Membro Dominante	Membro Não Dominante	p
	mediana (P25; P75)	mediana (P25; P75)	
60°/seg Extensão	235,9 (224,4; 302,4)	234,2 (199,0; 273,2)	0,058
60°/seg Flexão	141,2 (130,3; 149,7)	136,1 (122,0; 148,8)	0,172
180°/seg Extensão	158,4 (146,5; 185,4)	158,3 (140,5; 180,9)	0,376
180°/seg Flexão	104,3 (101,0; 121,4)	103,6 (96,3; 109,1)	0,023

Pela análise da tabela 2, é possível verificar que metade dos atletas teve níveis de força até 235.9 Nm, 25% até 224,4 Nm e 75% até 302,4 Nm a uma velocidade de 60°/seg no movimento de extensão do membro dominante. No movimento de flexão do mesmo membro à mesma velocidade, foram obtidos para metade dos atletas um nível médio de força até 141,2 Nm, 25% dos atletas até 130,3 Nm e 75% até 149,7 Nm.

Verifica-se que para uma velocidade de 180°/seg existe uma diferença estatisticamente significativa $p=0,023$, no *peak torque* criado pelos flexores entre os dois membros. Isto é, os músculos isquiotibiais da perna dominante tiveram uma força muscular superior de cerca 104,3 Nm. Observa-se ainda que os valores de produção de força num determinado momento dos dois membros, no movimento de extensão do joelho, apresentam valores superiores aos obtidos no movimento de flexão, com uma variação aproximada de 60% para a velocidade de 60°/seg e de 65,8% para a velocidade de 180°/seg.

A tabela 3 apresenta os valores de *peak torque* aos 30 graus produzidos à velocidade de 60°/seg e 180°/seg, nos movimentos de flexão e extensão do joelho.

Tabela 3. Comparação dos resultados da avaliação do *Peak Torque* aos 30° dos membros inferiores dominante e não dominante e resultado do Teste Wilcoxon ($\alpha=0,05$)

Peak Torque 30°	Membro Dominante	Membro Não Dominante	p
	mediana (P25; P75)	mediana (P25; P75)	
60°/seg Extensão	148,4 (134,9; 159,8)	122,2 (116,1; 157,7)	0,124
60°/seg Flexão	136,2 (129,0; 144,1)	135,1 (117,4; 146,7)	0,231
180°/seg Extensão	117,5 (105,3; 129,2)	106,4 (94,1; 125,4)	0,023
180°/seg Flexão	103,6 (97,9; 107,5)	96,8 (95,1; 102,1)	0,037

O PT aos 30° apresentou duas diferenças estatisticamente significativas correspondente ao torque criado pelos extensores ($p=0,023$) e flexores ($p=0,037$), entre membros dominante e não dominante para uma velocidade de 180°/seg. Em que metade dos atletas, no movimento de extensão, obteve níveis de força até 117,5 Nm, 25% até 105,3 Nm e 75% até 129,2 Nm no membro dominante. Enquanto no membro não dominante, os níveis de força para metade dos indivíduos até 106,4 Nm, 25% até 94,1 Nm e 75% até 125,4 Nm. No movimento de flexão, o membro dominante registou níveis de força registados foram inferiores para a mesma velocidade, em que metade obteve até 103,6 Nm, 25% até 97,9 Nm e 75 % até 107,5 Nm. Por sua vez, o membro não dominante registou níveis de força em metade dos atletas até 96,8 Nm, em 25% até 95,1Nm e 75% até 102,1 Nm.

A tabela 4 apresenta os valores de *peak torque* ajustado ao peso corporal produzidos à velocidade de $60^{\circ}/\text{seg}$ e $180^{\circ}/\text{seg}$, nos movimentos de flexão e extensão do joelho.

Tabela 4. Comparação dos resultados da avaliação do *Peak Torque Body Weight* (Nm) dos membros inferiores dominante e não dominante ($\alpha=0,05$)

<i>Peak Torque BW</i>	Membro Dominante	Membro Não Dominante	p
	mediana (P25; P75)	mediana (P25; P75)	
$60^{\circ}/\text{seg}$ Extensão	326,7 (315,2; 385,2)	333,4 (290,4; 340,3)	0,058
$60^{\circ}/\text{seg}$ Flexão	203,2 (168,4; 208,2)	189,3 (168,3; 196,0)	0,086
$180^{\circ}/\text{seg}$ Extensão	223,1 (195,9; 243,2)	219,3 (205,2; 230,8)	0,376
$180^{\circ}/\text{seg}$ Flexão	147,5 (132,5; 162,0)	144,5 (126,5; 153,2)	0,375

A tabela 4 apresenta os resultados do *Peak Torque* ajustados ao peso corporal da amostra. Surge como dado, o facto de que ao ser realizado este ajuste, a diferença estatisticamente significativa entre os membros dominante e não dominante deixa de existir. Verificando-se no entanto que para a velocidade de $60^{\circ}/\text{seg}$ metade dos atletas apresenta níveis de força ajustado ao peso corporal até 333,4 Nm no membro não dominante, enquanto metade dos atletas no membro dominante apresenta 326,7 Nm.

A tabela 5 apresenta os valores do rácio isquiotibiais/quadríceps produzidos à velocidade de $60^{\circ}/\text{seg}$ e $180^{\circ}/\text{seg}$.

Tabela 5. Comparação dos resultados da avaliação do Rácio Isquiotibiais / Quadríceps dos membros inferiores dominante e não dominante ($\alpha=0,05$)

Rácio	Membro Não Dominante		p
	Membro Dominante	Mediana (P25; P75)	
$60^{\circ}/\text{seg}$	55,0 (51,9; 63,7)	55,2 (50,5; 66,7)	0,172
$180^{\circ}/\text{seg}$	67,1 (64,8; 68,8)	66,4 (55,2; 71,0)	0,172

A relação I/Q a uma velocidade de $60^{\circ}/\text{seg}$ foi de 55% para ambos os membros, e a uma velocidade de $180^{\circ}/\text{seg}$ de 67,1% para o membro dominante e de 66,4% para o membro não dominante. Não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre os dois membros. No entanto, 25% dos atletas apresentaram uma relação I/Q para uma velocidade de $60^{\circ}/\text{seg}$, no membro dominante acima dos 63,7% e no membro não dominante 66,7%.

A tabela 6 apresenta os valores do rácio isquiotibiais/quadríceps produzidos à velocidade de $60^{\circ}/\text{seg}$ e $180^{\circ}/\text{seg}$, mas com apresentação em média e desvio padrão.

Tabela 6. Apresentação dos resultados da avaliação do Rácio Isquiotibiais / Quadríceps dos membros inferiores dominante e não dominante em média e desvio-padrão.

Rácio	Membro Dominante		Membro Não Dominante	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
$60^{\circ}/\text{seg}$	56,3	$\pm 6,81$	58,0	$\pm 8,91$
$180^{\circ}/\text{seg}$	66,8	$\pm 2,35$	64,8	$\pm 9,71$

A tabela 6, representa a média e desvio-padrão do rácio I/Q uma das variáveis mais analisadas em recolhas de isocinético. Os resultados obtidos mostram que a diferença entre o rácio do membro dominante e não dominante para ambas as velocidades de execução.

A tabela 7 apresenta os valores de *peak torque* aos 0,18^{seg} produzidos à velocidade de 60°/seg e 180°/seg, nos movimentos de flexão e extensão do joelho.

Tabela 7. Comparação dos resultados da avaliação do *Peak Torque* 0,18^{seg} dos membros dominante e não dominante ($\alpha=0,05$)

<i>Peak Torque</i> 0,18 ^{seg}	Membro Dominante	Membro Não Dominante	p
	mediana (P25; P75)	mediana (P25; P75)	
60°/seg Extensão	180,1 (161,8; 204,8)	168,4 (151,2; 196,5)	0,300
60°/seg Flexão	122,1 (104,1; 132,2)	113,2 (99,8; 142,1)	0,376
180°/seg Extensão	149,0 (139,3; 163,8)	148,0 (129,4; 166,4)	0,458
180°/seg Flexão	98,2 (91,7; 107,0)	93,8 (90,2; 98,6)	0,058

Apesar de existir uma diferença entre o torque aos 0,18 segundos entre membro dominante e não dominante de aproximadamente 12 Nm, pode verificar-se que esta não foi considerada estatisticamente significativa ($p=0,300$). Verifica-se ainda, que para uma velocidade de 180°/seg nos movimentos de extensão, os níveis de força aos 0,18^{seg} obtidos por metade dos atletas não foi muito diferente entre o membro dominante e não dominante, até 149,0 Nm e até 148,0 Nm respectivamente. No movimento de flexão a 180°/seg, a diferença já é mais acentuada, com metade dos atletas a obter níveis de força aos 0,18^{seg} até 98,2 Nm no membro dominante e até 93,8 Nm no membro não dominante.

Na tabela 8, são apresentados os valores do trabalho total realizado à velocidade de $60^{\circ}/\text{seg}$ e $180^{\circ}/\text{seg}$, nos movimentos de flexão e extensão do joelho, durante toda a avaliação.

Tabela 8. Comparação dos resultados da avaliação do Total Work dos membros inferiores dominante e não dominante ($\alpha=0,05$)

Total Work	Membro Dominante	Membro Não Dominante	p
	mediana (P25; P75)	mediana (P25; P75)	
$60^{\circ}/\text{seg}$ Extensão	1039,7 (990,5; 1156,6)	952,4 (882,0; 1141,8)	0,058
$60^{\circ}/\text{seg}$ Flexão	710,7 (595,1; 720,6)	674,0 (557,9; 731,3)	0,124
$180^{\circ}/\text{seg}$ Extensão	1677,4 (1512,2; 1805,4)	1552,1 (1406,4; 1862,9)	0,231
$180^{\circ}/\text{seg}$ Flexão	1183,5 (1134,3; 1302,4)	1090,8 (1069,3; 1200,9)	0,058

Verifica-se na totalidade do trabalho realizado para diferentes velocidades, a inexistência de diferenças significativas do ponto de vista estatístico, quando comparados os dois membros e os diferentes movimentos.

Pode ainda dizer-se, que os valores obtidos na totalidade do trabalho realizado por metade dos atletas, são em todos os movimentos e nas diferentes velocidades, superiores na perna dominante relativamente à perna não dominante.

V - DISCUSSÃO:

O objectivo do estudo foi avaliar os parâmetros relativos à produção de força de modo isocinético como um método de descrição e caracterização da força muscular dos músculos quadríceps e isquiotibiais efetuada bilateralmente, em atletas masculinos praticantes de Taekwondo (Grace, Sweetser, Nelson, Ydens & Skipper, 1984).

Na análise da interpretação dos dados que o isocinético nos fornece, o PT revela-se um dado muito importante pois a força muscular é um componente importante do desempenho desportivo, assim, verificou-se que os valores obtidos no movimento de extensão a $60^{\circ}/\text{seg}$ e $180^{\circ}/\text{seg}$, foram superiores aos valores de flexão o que pode ser explicado, pelo facto de o quadríceps ser um músculo que regista valores mais elevados de momento máximo, tal facto prende-se com a natureza anatómica do próprio músculo e com as suas características fisiológicas sem nunca descuidar a natureza e exigência específica do dia-a-dia do indivíduo, (Guyton, 1988; Espregueira-Mendes & Pessoa, 2006) mas também pelo facto da especificidade das artes marciais desenvolverem mais força dos músculos extensores do joelho (Donovan *et al*, 2006). Neste sentido, caso se verifique o contrário poderão as conclusões serem inferidas como um indicador de alteração da estabilidade dinâmica do joelho, e poderão estes os resultados obtidos serem normativos na avaliação de um praticante de Taekwondo em Portugal, visto a amostra ser representativa de uma população.

O PT, apresentou valores superiores para o movimento de extensão relativamente ao de flexão, com uma variação de cerca de 59,8% para a velocidade de $60^{\circ}/\text{seg}$ e 65,8% para uma velocidade de $180^{\circ}/\text{seg}$ para metade dos atletas em estudo. A variação apresentada entre os músculos responsáveis pelos movimentos de extensão e flexão do joelho, não é considerada clinicamente significativa, pois encontra-se próxima dos 60% que é considerado limite máximo para o bom funcionamento da articulação em análise (Aagaard *et al.*, 1998; Kellis & Baltzopoulos, 1995).

A variável em discussão, o PT, apresentou ainda uma diferença estatisticamente significativa na comparação entre membros ($p=0,046$) no movimento de flexão a uma velocidade de $180^{\circ}/\text{seg}$, ou seja a diferença entre o membro dominante e não dominante em valores absolutos é de 0,7Nm.

Do ponto de vista clínico os dados obtidos, na análise da variável referida anteriormente, não representam um dado relevante pois a diferença entre o membro dominante não dominante, não excede os 10-15%. (Aagaard *et al.*, 1998; Calmels & Minaire, 1995; Kanus, 1994). No entanto, esta diferença deve ser compreendida do ponto de vista técnico e as suas implicações inerentes, pois uma diferença superior à encontrada pode ser um indicador de alteração da estabilidade do joelho (Aagaard *et al.* 1998; Calmels & Minaire, 1995; Kanus, 1994). Deve também ser valorizado que esta diferença inferior 10-15%, pode dever-se a um erro amostral, isto é ao reduzido número de observações.

Deste modo a diferença estatística encontrada, pode ser explicada pela especificidade da modalidade, no sentido em que o membro dominante trabalha maioritariamente em cadeia cinemática aberta e o teste é realizado com a solicitação de uma contracção concêntrica em cadeia cinemática aberta para ambos os membros inferiores (Sullivan *et al.*, 2009; Augustsson & Thomeé, 2000; Dvir 2004).

Face às especificidades apresentadas anteriormente da modalidade, se fosse encontrada uma diferença acentuada, poderia implicar um maior risco de lesão do ligamento cruzado anterior (LCA), pois sugerem que os aumentos acentuados da força do quadríceps induzidos pelo treino, poderão estar associados à diminuição da co-activação antagonista dos músculos isquiotibiais, favorecendo a susceptibilidade de lesões no joelho, nomeadamente de *stress* tensional no LCA, por decréscimo das forças estabilizadoras desta articulação. Diversos autores têm sugerido que a razão I/ Q poderá ser interpretada como um indicador da capacidade dos isquiotibiais em contrariar a translação anterior da tíbia relativamente ao fémur (*shear forces*), particularmente nos últimos ângulos de extensão do joelho e durante a realização de contracções intensas do quadríceps. (Aagaard *et al.*, 1998; Magalhães *et al.*, 2001).

Esta associação pode-se comprovar pelos valores da relação I/Q (razão I_{con}/Q_{con}). O valor da relação I/Q convencional registado neste estudo foi de 55% para ambos os membros a uma velocidade de $60^{\circ}/seg$, o que vai de encontro com o padrão normativo relatado na literatura como adequado para avaliações a baixa velocidade, entre 50% e 60% é o considerado ideal da relação I/Q como indicador de uma boa estabilidade dinâmica articular do joelho (Aagaard *et al.*, 1998; Kellis & Baltzopoulos, 1995).

Estes dados sugerem uma relação com o estudo realizado por Devan, Pescatello, Faghri & Anderson (2004) citados por Machado *et al.* (2009), em que observaram que jogadores de basquetebol, futebol, e hóquei em campo apresentaram risco elevado de lesão de joelho quando se constatava na avaliação isocinética: diferença maior que 10% quando se comparavam isquiotibiais e/ou quadríceps contralateralmente (Smith & Thomas, 1991; Grace *et al.*, 1984; Rosene, Fogarty & Mahaffey, 2001) e a diferença de isquiotibiais menor que 50 a 80% em relação ao quadríceps ipsilateral, no entanto estes valores apenas podem ser indicadores de um possível risco de lesão.

É ainda importante olhar para os valores médios de rácio I/Q obtidos, para a perna dominante de 56,3 ($\pm 6,81$) % e 66,8 ($\pm 2,35$) %, para as velocidades de 60°/seg e 180°/seg respectivamente, o que contrasta com os valores obtidos por Rosene *et al.* (2001) em outras modalidades. Os valores obtidos nas modalidades de Futebol e Voleibol nos Estados Unidos da América em indivíduos masculinos, para as mesmas velocidades em análise, foram de 50,86 ($\pm 11,04$) % e de 59,71 ($\pm 13,82$) % o que aponta um rácio inferior ao obtido nos atletas de Taekwondo em estudo (Rosene *et al.*, 2001).

No mesmo seguimento da análise que tem sido realizada, torna-se relevante identificar que 25% dos atletas da amostra a uma velocidade de 60°/seg, apresentaram na perna dominante um rácio I/Q de 63,7% e na perna não dominante 66,7%. Podemos por isso concluir, que provavelmente, 25% dos atletas apresentam um risco ligeiramente elevado de lesão do joelho na perna não dominante, pois apresentam valores relativamente a relação isquiotibiais/quadríceps, superiores ao sugerido como ideal na bibliografia, entre 50% e 60% (Aagaard *et al.*, 1998; Kellis & Baltzopoulos, 1995)

No entanto os valores obtidos no rácio I/Q cumprem a tendência verificada em outras modalidades, que quando a velocidade aumenta o rácio I/Q aumenta. A sua avaliação constitui por isso, para o Taekwondo, um dos parâmetros fundamentais a nível da qualificação da performance atlética humana, essencial tanto no campo avaliativo como terapêutico (Sandoval *et al.*, 2004; Morrissey, Hooper, Drehsler & Hill, 2004).

Retomando os valores associados às variáveis *Peak Torque*, quando ajustado ao peso corporal este (PT BW) não verifica nenhuma diferença estatística significativa. Sendo o Taekwondo uma modalidade de categorias divididas por peso, esta variável torna-se

pertinente na comparação de sujeitos de pesos diferentes entre si (Carvalho & Puga, 2010). É também uma variável muito utilizada na análise de actividades funcionais, tal aspecto pode explicar o porquê de não ser registada nenhuma diferença relevante quando analisada numa actividade desportiva exigente como o Taekwondo (Carvalho & Puga, 2010; Machado *et al.*, 2009).

Do ponto de vista da produção de força, o *peak torque* 30° surge como uma variável relevante, pois é o momento a partir do qual o quadríceps se encontra próximo da potência máxima (Kapanji, 2000; Dvir, 2004) e é considerado um ponto crítico de estabilidade articular (Carvalho & Puga, 2010). Verifica-se nesta amostra uma diferença estatística significativa, $p=0,023$ e $p=0,037$, para o movimento de extensão $180^{\circ}/\text{seg}$, ou seja, na actividade do quadríceps e isquiotibiais, respectivamente. Sabendo que as artes marciais têm uma predisposição para o desenvolvimento da força dos músculos flexores e extensores do joelho devido ao gesto técnico (Donovan *et al.*, 2006), a diferença estatística obtida pode ser explicada pela capacidade do membro dominante, conseguir recrutar mais unidades motoras naquele determinado momento.

No entanto esta diferença obtida no *peak torque* aos 30° não corresponde ao esperado, pois o Taekwondo é considerada uma modalidade simétrica ao nível da solicitação dos membros inferiores (Cular, Miletic & Miletic, 2010).

Tal como o PT 30°, os dados fornecidos pelo *peak torque* $0,18^{\text{seg}}$ embora surjam relacionados com a marcha humana, uma vez que, na fase de ataque ao solo os extensores (quadríceps) da perna demoram cerca de 0,18 segundos a produzir força suficiente para suportar o peso do corpo (Carvalho & Puga, 2010), é também indicador que em cerca de 0,18 segundos deveríamos atingir cerca de 80-90% do PT no movimento de extensão do joelho (Carvalho & Puga, 2010). Apesar de não existirem diferenças estatísticas significativas, verificou-se que os valores de PT $0,18^{\text{seg}}$ não correspondem a 80-90% do PT no movimento de extensão do joelho a $60^{\circ}/\text{seg}$, sendo que os valores são de 77% e 72% do PT para a perna dominante e não dominante, respectivamente. No entanto, a uma velocidade de $180^{\circ}/\text{seg}$, os valores obtidos aos $0,18^{\text{seg}}$ foram de 94% do PT.

Tendo em conta a especificidade da modalidade, onde praticamente todas as suas técnicas são realizadas de forma balística (Machado *et al.*, 2009) e em que o gesto técnico

implica uma variação elevada do ângulo de flexão/extensão do joelho (Ha, Choi & Kim, 2009; Sullivan *et al.*, 2009), a diferença de valores obtidos do PT $0,18^{\text{seg}}$ relativamente ao PT pode eventualmente ser explicada, pelas capacidades adquiridas inerentes a execução repetida do gesto técnico por parte do atleta, mecanizando assim o recrutamento muscular a velocidades elevadas.

Analisando agora a quantidade de trabalho muscular produzido ao longo das diferentes velocidades avaliadas (Carvalho & Puga, 2010), Total Work, não se verificou nenhuma diferença significativamente estatística entre os dois membros. No entanto, observa-se que há um aumento dos valores obtidos proporcional ao aumento da velocidade de execução em ambos os movimentos (Flexão e Extensão), o que contraria os resultados obtidos em todas as outras variáveis em que a relação inversa força-velocidade para contracções concêntricas-concêntricas esteve sempre patente (Dvir, 2004).

Assim, determinar as respostas funcionais e adaptativas a diferentes protocolos de avaliação com variações de peso e velocidades de execução (Dvir, 2004), entre outras, pode permitir do ponto de vista do fisioterapeuta no desporto, prescrever planos de recuperação e de retorno à actividade mais seguros e efectivos, com uma aproximação exacta às necessidades da modalidade com a qual trabalha.

Julgo serem pertinentes futuras investigações com o objectivo da caracterização da capacidade de recrutamento dos músculos envolvidos nos gestos técnicos mais utilizados no Taekwondo, qual a sua associação com o risco de determinadas lesões e estudar a influência dos desequilíbrios musculares em lesões no Taekwondo.

VI - CONCLUSÃO:

Considerando que a avaliação isocinética permite a determinação de valores de referência para a função muscular, podemos concluir que os atletas do estudo, apresentam uma produção de força normal sugerindo uma boa estabilidade dinâmica do joelho. Embora exista alguma diferença entre o membro dominante e não dominante quanto à potência muscular nomeadamente nas variáveis *Peak Torque* e *Peak Torque aos 30°*, sendo que o membro dominante apresenta valores mais elevados, esta diferença não se revelou clinicamente relevante.

VII – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aagaard, P., Simonsen, E. B., Magnusson, S. P., Larsson, B., & Dyhre-Poulsen, P. (1998). A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio. *American Journal Sports Medicine*, 26(2); 231-237.
2. Almeida, S.A., Williams, K.M., Shaffer, R.A. & Brodine, S.K. (1999) Epidemiological Patterns Of Musculoskeletal Injuries And Physical Training. *Journal Medicine Science Sports Exercise*, 31; 1176-1182.
3. Augustsson & Thomeé (2000) Ability of closed and open kinetic chain tests of muscular strength to assess functional performance. *Scandinavian Journal Medicine and Science in Sports*, 10;164–168.
4. Baltzopoulos V & Brodie DA (1989). Isokinetic dynamometry. Applications and limitations. *Sports Medicine*, 8(2);101-16.
5. Bahr, R. & Krosshaug, T. (2005) Understanding Injury Mechanisms: A Key Component of Preventing Injuries In Sport. *British Journal Sports Medicine*, 39; 324-329.
6. Beis K., Pieter W. & Abatzides G. (2007) Taekwondo Techniques and Competition Characteristics Involved in Time-loss Injuries. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6 (2);45-51.
7. Bittencourt N, Amaral G., Saldanha dos Anjos M., D'Alessandro R., Silva A. & Fonseca S. (2005) Avaliação muscular isocinética da articulação do joelho em atletas das seleções brasileiras infantil e juvenil de voleibol masculino. *Revista Brasileira Medicina Esporte*, 11 (6).
8. Birrer, R.B. (1996) Trauma Epidemiology In The Martial Arts. The Results Of An Eighteen Year Survey. *American Journal Sports Medicine*, 24 (6); 72-79.
9. Brown, L.E. & Weir, J.P. (2003). Avaliação precisa da força e potência muscular. *Recomendação de procedimentos da Sociedade Americana de Fisiologia do Exercício (ASEP)*, 11(4); 95-110.
10. Brown, L.E. & Weir, J.P. (2001) Accurate Assessment of Muscular Strength and Power. *Recomendação de procedimentos da Sociedade Americana de Fisiologia do Exercício (ASEP)* 4(3); 1-21.
11. Buchanan, PA & Vardaxis, VG. (2003) Sex-related and Age-related Differences in Knee Strength of Basketball Players Ages 11-17 Years. *Journal Athletic Training*, 38(3); 231-237.
12. Buschbacher, R.M. & Shay, T. (1999) Martial Arts. *Physiologic Medicine Rehabilitation Clinical North America*, 10(1); 35-47.
13. Burke D., Barfoot K., Bryant S., Schneider J., Kim H. & Levin G. (2003) Effect of Implementation of Safety Measures in Taekwondo Competition. *British Journal of Sports Medicine*, 37;401-404.
14. Caine DJ & Maffulli N (2005) Epidemiology of Pediatric Sports Injuries: Individual Sports. *Medicine Sport Science* , 48; 59–73.
15. Calmels P & Minaire, P, (1995). A Review of the role of the agonist/antagonist muscle pairs ratio in rehabilitation. *Disability and Rehabilitation*, 17 (6); 265-276.
16. Capranica L, Cama G, Fanton F, Tessitore, A & Figura, F. (1992) Force and Power of Preferred and Non-preferred Leg in Young Soccer Players. *Journal Sports Medicine Physical Fitness* , 31;358-63.
17. Carvalho P. & Puga N. (2010) Avaliação Isocinética – Joelho. *Revista Medicina Desportiva*, 1 (4);26-28.

18. Carvalho P. & Cabri J. (2007) Avaliação Isocinética da Força dos Músculos da Coxa em Futebolistas. *Revista de Fisioterapia no Desporto*, 1 (21); 4-13.
19. Chandler TJ, Kibler WB, Stracener EC, Ziegler AK & Pace B. (1992) Shoulder strength, power, and endurance in college tennis players. *American Journal Sports Medicine* , 20(455);8-21.
20. Competition Rules - *World Taekwondo Federation*. Retirado a 20 de Outubro de 2011, de www.wtf.org
21. Codine P, Bernard PL, Pocholle M, Benaim C & Brun V. (1997) Influence of sports discipline on shoulder rotator cuff balance. *Medicine Science Sports Exercise* 29,(1); 400-514.
22. Cools A., Geeroms E., Van den Berghe D., Cambier D. & Erik E. Witvrouw, (2007) Isokinetic Scapular Muscle Performance in Young Elite Gymnasts *Journal of Athletic Training*, 42(4); 458–463.
23. Čular, D., Miletić, Đ. & Miletić, A. (2010) Influence of Dominant and Non-Dominant Body Side on Specific Performance in Taekwondo. *Kinesiology* 42;184-193.
24. Devan MR, Pescatello LS, Faghri P & Anderson J. (2004) A prospective study of overuse knee injuries among female athletes with muscle imbalances and structural abnormalities. *Journal Athletic Training*, 39(3);263-7.
25. Donovan O., Cheung J., Catley M., Magregor A. & Strutton P. (2006); An investigation of leg and trunk strength and reaction times of hard-style martial arts practitioners . *Journal of Sports Science and Medicine CSSI* ;5-12.
26. Drouin JM, Valovich TC, Shultz SJ, Gansneder BM, & Perrin DH. (2004). Reliability and validity of the Biodex System 3 Pro Isokinetic Dynamometer velocity, torque and position measurements. *European Journal of Applied Physiology*, 91; 22-29.
27. Dvir, Z. (2004) - *Isokinetics-Muscle testing, Interpretation and Clinical Applications* (2ª edição). Churchill Livingstone.
28. Espregueira-Mendes J. & Pessoa P. (2006) *O joelho*. Editora Lidel Lisboa-Portugal
29. Falco C., Alvarez O., Castillo I., Estevan I., Martos J., Mugarra F. & Iradi A. (2009); Influence of the distance in a roundhouse kick's execution time and impact force in Taekwondo. *Journal of Biomechanics*, 42; 242–248.
30. Ferreira S., Macedo R. & Carvalho P (2008). Avaliação Isocinética dos Músculos Extensores e Flexores do Joelho em Atletas de Basquetebol Feminino da Região Norte. *Revista Portuguesa de Fisioterapia no Desporto*, 2 (2).
31. Gonçalves, R.S. & Pinheiro, J.P. (2004). Características da força isocinética dos músculos extensores e flexores da articulação do joelho. *Revista Portuguesa Medicina Desportiva*, 110; 69-75.
32. Grace TG, Sweetser, ER, Nelson MA, Ydens LR & Skipper BJ (1984). Isokinetic muscle imbalance and knee joint injuries. *Journal of Bone Joint and Surgery*, 66;734-40.
33. Guyton A. (1988). *Fisiologia Humana*. (6ª edição) Editora Guanabara Koogan S.A.
34. Ha C., Choi M., Kim B. (2009); The Kinematical Analysis of the Taekwondo Sparring Players' Bandal Chagi in Kinematics; *International Journal of Applied Sports Sciences – Korea*, 21, (1); 115-131.

35. Hole CD, Smith GH., Hammond J., Kumar A., Saxton J. & Cochrane, T. (2000) Dynamic control and conventional ratios of the quadriceps and hamstrings in subjects with anterior cruciate ligament deficiency. *Ergonomics*; 43(10); 1603-1609.
36. Kannus P (1994). Isokinetic evaluation of muscular performance: implications for muscle testing and rehabilitation. *International Journal Sports Medicine*, 15 (1); 11-18.
37. Kapanji A.I. (2000) *Fisiologia Articular – Membro Inferior* (5ª edição) Editora Panamerica – Rio de Janeiro, Brasil.
38. Kasemi M., Casella C. & Perri G. (2009) 2004 Olympic Taekwondo Athlete Profile. *Journal Canada Chiropractic Association*, 53(2); 144-152.
39. Kasemi M., Shearer H., & Choung Y. (2005) Pre-Competition habits and injuries in Taekwondo athletes. *BMC Musculoskeletal Disorders* 6(26); 1-9.
40. Kazemi, M., Waalen, J., Morgan, C. & White, A.R (2006) A profile of Olympic Taekwondo competitors. *Journal Sports Science Medicine*, 5, Combat Sports Special Issue (1); 114-121.
41. Kellis E, Baltzopoulos V (1995). Isokinetic eccentric exercise. *Sports Medicine*, 19(3);202-222.
42. Lystad R, Pollard H & Graham P. (2008) Epidemiology of injuries in competition taekwondo: A meta-analysis of observational studies. *Journal of Science and Medicine Sport*
43. Lund H., Sondergaard K., Zachariassen T., Christensen, R; Bullow P. & Henriksen M., (2005) Learning effect of isokinetic measurements in healthy subjects, and reliability and comparability of Biodex and Lido dynamometers. *Clinical Physiology Function Imaging* ,25;75-82.
44. Magalhães, J., Oliveira, J., Ascensão, A. e Soares, J.M.C. (2001). Avaliação isocinética da força muscular de atletas em função do desporto praticado, idade, sexo e posições específicas. *Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física Universidade do Porto*, 1 (2), 13-21.
45. Magalhães, J; Oliveira, J; Ascensão, A; Soares, J (2004) – Concentric quadriceps and hamstrings isokinetic strength in volleyball and soccer players. *Journal Sports Medicine Physiology Fitness*, 44;119-25.
46. Machado A., Souza R., Simão. A., Jerónimo D., Silva N., Osório R. Magini M.(2009) Estudo comparativo de variáveis isocinéticas do joelho em atletas de taekwondo e kickboxing. *Revista Fitness and Performance do Colégio Brasileiro de Actividade Física, Saúde e Desporto*, 8(6); 407-11.
47. Mendonca, 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 selecção brasileira de voleibol sub-19 e sub-21 masculino. *Revista Brasileira Medicina Esporte*.
48. Miller, J. P., Croce R. V., & Hutchins R. (2000) Reciprocal coactivation patterns of the medial and lateral quadriceps and hamstrings during slow, medium and high speed isokinetic movements. *Journal Electromyography Kinesiology*, 10(4), 233-239.
49. Morrissey M.C, Hooper D.M., Drechsler W. I. & Hill H. J., (2004) Relationship of leg muscle strength and knee function in the early period after anterior cruciate ligament reconstruction. *Scandinavian Journal Medicine Science Sports*, 14; 360-366.
50. Pincivero D., Salfetnikov Y., Campy R., & Coelho, A. (2004) Angle- and genderspecific quadriceps femoris muscle recruitment and knee extensor torque. *Journal of Biomechanics*, 37 (11); 1689-1697.

51. Prentice, W. E. & Voight, L. (2003) *Técnicas de Reabilitação Musculoesquelética*. São Paulo.
52. Pieter W., Rostami M. & Ziaee V. (2010) Injury Rates in Iranian Taekwondo Athletes; a Prospective Study. *Asian Journal Sports of Medicine*, 1, (2).
53. Pieter W. & Heijmans, J. (2003) Training & Competition in Taekwondo. *Journal Asian Martial Arts*, 13 (1); 8-23.
54. Pieter W. (2005) Martial Arts Injuries. *Medicine Sports Science*, 48;59-73.
55. Rahnama N., Lees A. & Bambaecichi E., (2005) A comparison of muscle strength and flexibility between the preferred and non-preferred strength and flexibility between the preferred and non-preferred leg in English soccer players. *Ergonomics*; 48(11-14);1568-75.
56. Rosene JM., Fogarty TD. & Mahaffey BL (2001) - Isokinetic hamstrings: quadriceps ratios in intercollegiate athletes. *Journal of Athletic Training*; 36(4); 378-383.
57. Sandoval R.A., Canto R.S.T. & Baraúna, M.A. (2004). Dinamómetro analógico adaptado: um dispositivo para medir o torque muscular. *Revista Digital – Buenos Aires*, 10 (76).
58. Schneider, P., Benetti, G. & Meyer, F. (2004). Força muscular de atletas de voleibol de 9 a 18 anos através da dinamometria computadorizada. *Revista Brasileira Medicina Esporte*, 10 (2).
59. Smith HK., & Thomas SG., (1991) Physiological Characteristics of Elite Female Basketball Players. *Canada Journal of Sports and Science*; 16(4);289-295.
60. Schmitz RJ & Weswood KC, (2001) Knee extensor electromyographic activity-to-work ratio is greater with isotonic than isokinetic contractions. *Journal Athletic Training*, 36(4); 384-387.
61. Sullivan D., Chung C., Lee K., Kim E., Kang S., Kim T. & Shin I. (2009) Measurement and comparison of Taekwondo and Yongmudo turning kick impact force for two target heights. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8; 13-16.
62. Terreri, A. S., Greve, J. M. D. & Amatuzzi, M. M. (2001). Avaliação isocinética no joelho do atleta. *Revista Brasileira Medicina Esporte*, 7(5); 170-174.
63. Terry, C.M. (2006) The Martial Arts. *Physiologic Medicine Rehabilitation Clinical North America.*, 17;645-676.
64. Vasconcelos R., Bevilaqua-Grossi D., Shimano A., Paccola C., Salvini T., Prado C. & Junior W. (2009) Confiabilidade e validade de um dinamómetro isométrico modificado na avaliação do desempenho muscular em indivíduos com reconstrução do ligamento cruzado anterior. *Revista Brasileira Ortopédica*; 44(3);214-24.
65. Zemper, E.D & Pieter, W. (1989) Injury Rates During The 1988 Us Olympic Team Trials For Taekwondo. *British Journal Sports Medicine*, 23; 161-164.
66. Zawadzki J., Bober T & Siemieński A. (2010). Validity analysis of the biodex system 3 dynamometer under static and isokinetic conditions. *Acta of Bioengineering and Biomechanics* 12(4)
67. Zeturak M., Violán M., Zurakowski D. & Micheli L. (2005) Injuries in martial arts: a comparison of five styles. *British Journal Sports Medicine* 39;29-33.

Anexo A - Declaração de consentimento informado

Declaração de Consentimento Informado

Considerando a “Declaração de Helsínquia” da Associação Médica Mundial
(Helsínquia 1964; Tóquio 1983; Hong Kong 1989; Somerset West 1996 e Edimburgo 2000)

Avaliação Isocinética da Força Muscular dos Isquiotibiais e Quadríceps em Atletas da Equipa Nacional Portuguesa de Taekwondo

Eu, _____

_____ (nome completo do voluntário), compreendi a explicação que me foi fornecida acerca da investigação que se tenciona realizar, bem como do estudo em que serei incluído.

Foi-me dada a oportunidade de fazer as perguntas que julguei necessárias, e de todas obtive resposta satisfatória.

Tomei conhecimento de que, de acordo com as recomendações da Declaração de Helsínquia, a informação ou explicação que me foi prestada versou os procedimentos, bem como os objectivos do estudo e ausência de qualquer tipo de risco à integridade. Fui também informado do direito de recusar a qualquer altura a minha participação no estudo, sem que daí resulte qualquer prejuízo.

Por isso, consinto que me seja aplicado o método proposto pelo investigador.

Data: ____/____/20__

Assinatura do Voluntário: _____

Assinatura do Encarregado de Educação _____

O Investigador Responsável:

Nome: Tiago Pinhão Vieira

Assinatura _____

Anexo B – Historial de lesão

Questionário nº __

Questionário:

As questões colocadas no presente questionário pretendem obter um conjunto de informações relativas ao indivíduo enquanto parte susceptível de integração na amostra deste estudo. As suas respostas são essenciais na determinação. Tendo em conta o seu membro dominante, é-lhe requerido que assinale as respostas nos quadrados com uma cruz, no caso de resposta negativa, que passe directamente para o item seguinte e no caso de resposta afirmativa, que descreva a situação nas linhas em baixo. Grato desde já pela colaboração.

Historial de Lesão

- **Nome:** _____
- **Idade:** ____ Anos.
- **Peso:** _____ Kg.
- **Altura:** _____ Metros
- **Prática:** ____ Anos
- **Membro Dominante:** _____
- **Contacto (opcional):** _____

1. Pratica alguma actividade desportiva?

Sim **Não**

(Assinalar com uma cruz X)

Caso a sua resposta seja afirmativa, queira por favor descrever qual e com que frequência semanal a pratica.

2. Tem historial de lesões frequentes do **tornozelo, joelho e/ou anca** (três ou mais no último ano)?

Sim Não

Caso a sua resposta seja afirmativa, queira por favor descrever a sua situação e qual a articulação.

3. Sofreu alguma lesão do tornozelo, joelho e/ou anca nos últimos 6 meses que tenha exigido cuidados médicos ou de qualquer outro profissional de saúde?

Sim Não

Caso a sua resposta seja afirmativa, queira por favor descrever a sua situação e qual a articulação.

4. Sofreu alguma lesão muscular, ligamentar ou tendinosa (ruptura, contusão) dos membros inferiores, nos últimos 6 meses que tenha exigido cuidados médicos ou de qualquer outro profissional de saúde?

Sim Não

Caso a sua resposta seja afirmativa, queira por favor descrever a sua situação.

5. Sofreu alguma vez alguma lesão na cabeça que tenha exigido cuidados médicos ou de qualquer outro profissional de saúde ou alguma vez lhe foi diagnosticada qualquer desordem nervosa?

Sim Não

Caso a sua resposta seja afirmativa, queira por favor descrever a sua situação.

6. Tem alguma limitação ou restrição no que respeita à prática do exercício, prescrita pelo médico ou qualquer outro profissional de saúde?

Sim Não

Caso a sua resposta seja afirmativa, queira por favor descrever a sua situação.

7. Costuma tomar regularmente algum tipo de medicação?

Sim Não

Caso a sua resposta seja afirmativa, queira por favor descrever qual, ou a sua razão.

8. Esteve alguma vez envolvido num programa ou estudo sobre força muscular?

Sim Não

Caso a sua resposta seja afirmativa, queira por favor descrever a sua situação

9. Tem alguma outra informação que entenda ser importante e não tenha ainda sido referida neste questionário?

Sim Não

Caso a sua resposta seja afirmativa, queira por favor descrever a sua situação

Agradeço a sua colaboração e disponibilidade.

Gaia, ___ / _____ de 2010

O autor do projecto: _____

Anexo C – Apresentação dos dados estatísticos obtidos com o Programa SPSS

Anexo C.1: Análise do *Peak Torque* a velocidade de 180°/seg para os movimentos de flexão e extensão do joelho dos membros inferiores

Statistics

		Pt180ExtDir	Pt180ExtEsq	Pt180FlexDir	Pt180FlexEsq
N	Valid	6	6	6	6
	Missing	0	0	0	0
Mean		163,4333	162,0000	108,9000	103,1500
Median		158,4000	158,3000	104,3000	103,5500
Std. Deviation		18,38343	26,25437	10,22526	7,04975
Minimum		145,70	134,20	99,60	94,50
Maximum		186,40	206,20	122,80	112,40
Percentiles	25	146,4500	140,5000	101,0250	96,3000
	50	158,4000	158,3000	104,3000	103,5500
	75	185,3500	180,8500	121,3750	109,1000

Anexo C.2: Análise do *Total Work* à velocidade de 60°/seg para os movimentos de flexão e extensão do joelho dos membros inferiores

Statistics

		TW60ExtDir	TW60ExtEsq	TW60FlexDir	TW60FlexEsq
N	Valid	6	6	6	6
	Missing	0	0	0	0
Mean		1065,5167	1004,5000	673,6833	656,8000
Median		1039,7000	952,3500	710,6500	674,0000
Std. Deviation		100,57613	154,89000	67,69116	84,37841
Minimum		950,10	866,80	572,40	556,40
Maximum		1226,30	1269,00	727,30	754,50
Percentiles	25	990,5250	882,0250	595,1250	557,9000
	50	1039,7000	952,3500	710,6500	674,0000
	75	1156,5500	1141,8000	720,6250	731,2500

Anexo C.3: Análise do *Peak Torque* 30° à velocidade de 60°/seg para os movimentos de flexão e extensão do joelho dos membros inferiores

Statistics

		Pt3060ExtDir	Pt3060ExtEsq	Pt3060FlexDir	Pt3060FlexEsq
N	Valid	6	6	6	6
	Missing	0	0	0	0
Mean		146,7000	131,9333	136,7667	134,4833
Median		148,3500	122,2000	136,1500	135,1000
Std. Deviation		15,96722	21,20299	7,91345	17,43920
Minimum		119,80	112,60	127,70	114,80
Maximum		166,20	160,60	148,70	162,00
Percentiles	25	134,8750	116,1250	128,9750	117,4250
	50	148,3500	122,2000	136,1500	135,1000
	75	159,7500	157,6750	144,0500	146,7000

Anexo C.4: Análise do *Peak Torque* a velocidade de 60°/seg para os movimentos de flexão e extensão do joelho dos membros inferiores

Statistics

		Pt60ExtDir	Pt60ExtEsq	Pt60FlexDir	Pt60FlexEsq
N	Valid	6	6	6	6
	Missing	0	0	0	0
Mean		254,8667	240,3000	141,0667	136,8833
Median		235,9000	234,2000	141,2000	136,0500
Std. Deviation		42,52555	45,75181	11,30445	15,85489
Minimum		213,90	196,60	128,30	120,20
Maximum		319,40	319,10	157,70	162,00
Percentiles	25	224,4000	199,0000	130,3250	122,0000
	50	235,9000	234,2000	141,2000	136,0500
	75	302,0000	273,2000	149,6750	148,8000

Anexo C.5: Análise do *Total Work* à velocidade de $180^{\circ}/\text{seg}$ para os movimentos de flexão e extensão do joelho dos membros inferiores

Statistics

		TW180ExtDir	TW180ExtEsq	TW180FlexDir	TW180FlexEsq
N	Valid	6	6	6	6
	Missing	0	0	0	0
Mean		1666,0000	1604,9667	1202,0000	1125,0333
Median		1677,4000	1552,1000	1183,4500	1090,8000
Std. Deviation		176,23411	231,42305	122,37727	74,44858
Minimum		1412,30	1373,40	1013,00	1066,50
Maximum		1914,40	1876,40	1381,40	1246,00
Percentiles	25	1512,2000	1406,4000	1134,2750	1069,2750
	50	1677,4000	1552,1000	1183,4500	1090,8000
	75	1805,3500	1862,9000	1302,3500	1200,9250

Anexo C.6: Análise do *Peak Torque 30 °* à velocidade de $180^{\circ}/\text{seg}$ para os movimentos de flexão e extensão do joelho dos membros inferiores

Statistics

		Pt30180ExtDir	Pt30180ExtEsq	Pt30180FlexDir	Pt30180FlexEsq
N	Valid	6	6	6	6
	Missing	0	0	0	0
Mean		117,3167	109,0833	102,1667	97,9333
Median		117,4500	106,4000	103,6000	96,7500
Std. Deviation		11,76697	16,86386	7,07861	3,71196
Minimum		102,30	90,90	89,10	93,80
Maximum		132,20	132,80	108,90	103,10
Percentiles	25	105,3000	94,0500	97,8750	95,0750
	50	117,4500	106,4000	103,6000	96,7500
	75	129,2000	125,3750	107,4750	102,0500

Anexo C.7: Análise do *Peak Torque* 0,18^{seg} à velocidade de 180°/seg para os movimentos de flexão e extensão do joelho dos membros inferiores

Statistics

		Pt0. 18180ExtDir	Pt0. 18180ExtEsq	Pt0. 18180FlexDir	Pt0.18180Flex Esq
N	Valid	6	6	6	6
	Missing	0	0	0	0
Mean		149,5833	151,5667	99,2667	94,2833
Median		148,9500	147,9500	98,2000	93,7500
Std. Deviation		13,68407	26,61546	9,00215	4,46382
Minimum		128,30	127,70	89,10	88,80
Maximum		165,00	200,90	112,40	100,90
Percentiles	25	139,2500	129,4250	91,6500	90,2250
	50	148,9500	147,9500	98,2000	93,7500
	75	163,8000	166,4000	107,0000	98,5750

Anexo C.8: Análise do *Peak Torque* 0,18^{seg} à velocidade de 60°/seg para os movimentos de flexão e extensão do joelho dos membros inferiores

Statistics

		Pt0. 1860ExtDir	Pt0. 1860ExtEsq	Pt0. 1860FlexDir	Pt0. 1860FlexEsq
N	Valid	6	6	6	6
	Missing	0	0	0	0
Mean		185,5000	178,4333	119,7500	118,2167
Median		180,0500	168,4000	122,1000	113,1500
Std. Deviation		34,88685	38,99711	15,68678	23,15793
Minimum		146,90	150,20	98,30	89,00
Maximum		249,30	255,10	140,60	151,80
Percentiles	25	161,8250	151,1750	104,0750	99,8000
	50	180,0500	168,4000	122,1000	113,1500
	75	204,7500	196,5250	132,2000	142,0500

Anexo C.9: Análise do *Peak Torque Body Weight* à velocidade de 180°/seg para os movimentos de flexão e extensão do joelho dos membros inferiores

Statistics

		TqBw180Ext Dir	TqBw180Ext Esq	TqBw180Flex Dir	TqBw180Flex Esq
N	Valid	6	6	6	6
	Missing	0	0	0	0
Mean		221,0000	217,5500	147,5500	141,9333
Median		223,1000	219,3000	147,4500	144,5000
Std. Deviation		22,80886	17,54637	16,10376	14,55729
Minimum		193,30	188,30	126,20	122,70
Maximum		248,20	239,80	170,50	162,00
Percentiles	25	195,9250	205,1750	132,5000	126,4500
	50	223,1000	219,3000	147,4500	144,5000
	75	243,1750	230,8000	161,9500	153,1500

Anexo C.10: Análise estatística com o Teste Wilcoxon, da variável Peak torque à velocidade de 180°/seg e 60°/seg para os movimentos de flexão e extensão do joelho dos membros inferiores

Test Statistics^b

	Pt60ExtEsq - Pt60ExtDir	Pt60FlexEsq - Pt60FlexDir	Pt180ExtEsq - Pt180ExtDir	Pt180FlexEsq - Pt180FlexDir
Z	-1,572 ^a	-,943 ^a	-,314 ^a	-1,992 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	,116	,345	,753	,046

a. Based on positive ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

Anexo C.11: Análise estatística com o Teste Wilcoxon, da variável Total Work à velocidade de 180°/seg e 60°/seg para os movimentos de flexão e extensão do joelho dos membros inferiores

Test Statistics^b

	TW60ExtEsq - TW60ExtDir	TW60FlexEsq - TW60FlexDir	TW180ExtEsq - TW180ExtDir	TW180Flex Esq - TW180FlexDir
Z	-1,572 ^a	-1,153 ^a	-,734 ^a	-1,572 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	,116	,249	,463	,116

a. Based on positive ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

Anexo C.12: Análise estatística com o Teste Wilcoxon, da variável Peak Torque 0,18^{seg} à velocidade de 180^o/^{seg} e 60^o/^{seg} para os movimentos de flexão e extensão do joelho dos membros inferiores

Test Statistics^c

	Pt0. 1860ExtEsq - Pt0. 1860ExtDir	Pt0. 1860FlexEsq - Pt0. 1860FlexDir	Pt0. 18180ExtEsq - Pt0. 18180ExtDir	Pt0.18180Flex Esq - Pt0. 18180FlexDir
Z	-,524 ^a	-,314 ^b	-,105 ^b	-1,572 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	,600	,753	,917	,116

a. Based on positive ranks.

b. Based on negative ranks.

c. Wilcoxon Signed Ranks Test

Anexo C.13: Análise estatística com o Teste Wilcoxon, da variável Peak Torque 30^o à velocidade de 180^o/^{seg} e 60^o/^{seg} para os movimentos de flexão e extensão do joelho dos membros inferiores

Test Statistics^b

	Pt3060ExtEsq - Pt3060ExtDir	Pt3060Flex Esq - Pt3060FlexDir	Pt30180Ext Esq - Pt30180ExtDir	Pt30180Flex Esq - Pt30180Flex Dir
Z	-1,153 ^a	-,734 ^a	-1,992 ^a	-1,782 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	,249	,463	,046	,075

a. Based on positive ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

Anexo C.14: Análise estatística com o Teste Wilcoxon, da variável Peak Torque Body Wheigth à velocidade de 180^o/^{seg} e 60^o/^{seg} para os movimentos de flexão e extensão do joelho dos membros inferiores

Test Statistics^b

	TqBw60Ext Esq - TqBw60ExtDir	TqBw60Flex Esq - TqBw60Flex Dir	TqBw180Ext Esq - TqBw180Ext Dir	TqBw180Flex Esq - TqBw180Flex Dir
Z	-1,572 ^a	-1,363 ^a	-,314 ^a	-1,782 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	,116	,173	,753	,075

a. Based on positive ranks.

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

Anexo C.15: Análise estatística com o Teste Wilcoxon, da variável Rácio I/Q à velocidade de 180°/seg e 60°/seg para os movimentos de flexão e extensão do joelho dos membros inferiores

Test Statistics^c

	Racio60Esq - Racio60Dir	Racio180Esq - Racio180Dir
Z	-,943 ^a	-,946 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	,345	,344

- a. Based on negative ranks.
- b. Based on positive ranks.
- c. Wilcoxon Signed Ranks Test