

INSTITUTO POLITÉCNICO DE COIMBRA
Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra



COMPARAÇÃO DO MOVIMENTO ARTICULAR, FORÇA MUSCULAR, FUNÇÃO
FÍSICA E ESTADO DE SAÚDE RELACIONADO COM O JOELHO ENTRE ATLETAS
DE TAEKWONDO E INDIVÍDUOS FÍSICAMENTE ATIVOS.

Dissertação elaborada com vista à obtenção do Grau de Mestre em Fisioterapia, na
especialidade do Movimento Humano.

Orientador: Professor Doutor Rui Miguel Monteiro Soles Gonçalves

Coorientador: Professor Doutor João José Carreiro Páscoa Pinheiro

JOÃO LUÍS DE SOUSA BRAGA PEREIRA

2013

RESUMO

OBJETIVOS: A arte marcial taekwondo é uma modalidade olímpica, originária da Coreia. O presente estudo teve como principais objetivos 1) comparar bilateralmente o movimento articular (ativo e passivo), força muscular, função física e estado de saúde relacionado com a articulação do joelho entre taekwondistas e indivíduos fisicamente ativos (IFA) e 2) determinar se houve diferenças de resultados entre membros inferiores dominantes e não dominantes, aplicando os mesmos testes em cada grupo. **MATERIAIS E MÉTODOS:** Foram examinados dezoito taekwondistas (idade: $26,2 \pm 6,2$ anos; peso: $77,6 \pm 11,1$ kg; estatura: $175,7 \pm 5,8$ cm; índice massa corporal (IMC): $25,1 \pm 3,0$ kg/m²) e dezoito IFA masculinos (idade: $26,0 \pm 5,0$ anos; peso: $68,4 \pm 8,6$ kg; estatura: $173,1 \pm 7,4$ cm; IMC: $22,8 \pm 2,5$ kg/m²). Executaram-se avaliações bilaterais da articulação do joelho para a mobilidade articular (*active knee extension, active knee flexion, passive knee extension e passive knee flexion*), funcionalidade (*single hop, triple hop, crossover hop e Six-m hop test*), força muscular (dinamometria isocinética com um protocolo concêntrico e excêntrico para movimentos de flexão e extensão à velocidade 60°s^{-1} e 180°s^{-1}) e do seu estado de saúde (KOOS). **RESULTADOS:** Os taekwondistas demonstraram ser significativamente mais pesados com maior IMC e apresentaram uma distribuição diferente no lado dominante do membro inferior, comparativamente aos IFA. Na mobilidade articular, os taekwondistas manifestaram maior flexibilidade dos isquiotibiais (bilateralmente) e executaram com maior força a maioria dos movimentos isocinéticos testados (N.m) e dos grupos musculares flexores em modo excêntrico às velocidades $60^\circ\cdot\text{s}^{-1}$ e $180^\circ\cdot\text{s}^{-1}$ do membro não dominante (N.m.kg⁻¹). A razão I/Q (convencional e funcional) sugere que ambos os grupos são funcionalmente equilibrados e as diferenças bilaterais de força muscular e movimento articular sugerem défices normais. Nos *hop tests*, o índice de simetria refletiu boa funcionalidade dos membros inferiores e a pontuação do KOOS sugeriu bom estado de saúde relacionado com a articulação do joelho em ambos os grupos. Nos resultados intragrupos, os IFA tiveram maior flexibilidade do músculo reto femoral no membro dominante e maior mobilidade na extensão passiva no membro não dominante. Os taekwondistas tiveram uma razão I/Q (convencional e funcional) superior a velocidades mais altas e os IFA na razão convencional a velocidades baixas, ambos para o membro dominante. **CONCLUSÃO:** Os dois grupos apresentaram resultados semelhantes para a mobilidade articular, força muscular, função física e estado de saúde relacionado com a articulação do joelho.

Palavras-chave: movimento articular, força muscular, função física, estado de saúde, articulação do joelho.

ABSTRACT

OBJETIVES: The martial art taekwondo is an olympic sport, originating in Korea. The first aim of this study was 1) to compare bilateral articular motion (active and passive), muscle strength, physical function and health status related to the knee joint between taekwondo athletes and physically active individuals (PAI) and 2) to determine if there were differences in results between dominant and non-dominant legs, applying the same tests for each group. **MATERIALS AND METHODS:** Were examined eighteen taekwondo athletes (age: $26,2 \pm 6,2$ years; weight: $77,6 \pm 11,1$ kg; height: $175,7 \pm 5,8$ cm, body mass index (BMI): $25,1 \pm 3,0$ kg/m²) and eighteen PAI male (age: $26,0 \pm 5,0$ years, weight: $68,4 \pm 8,6$ kg; height: $173,1 \pm 7,4$ cm; BMI: $22,8 \pm 2,5$ kg/m²). Were performed bilateral evaluations on both knees to articular motion (active knee extension, active knee flexion, passive knee extension and passive knee flexion), functionality (single hop, triple hop, crossover hop and Six-m hop tests), assessment of muscle strength (isokinetic dynamometry with a protocol for concentric and eccentric movements of flexion and extension at speeds of $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ and $180^{\circ}\cdot s^{-1}$) and health status related to the knee joint (KOOS). **RESULTS:** Taekwondo athletes were significantly heavier with higher BMI and showed also a different distribution on the dominant side of the lower limb, compared to PAI. In the articular motion, taekwondo athletes showed greater hamstring flexibility (both knees) and executed with greater strength most of the isokinetic movements tests (N.m) and greater strength in flexion eccentric speed $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ and $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ of the non-dominant limb (N.m.kg⁻¹). The hamstring/quadriceps strength ratios (conventional and functional) suggest that both groups are functionally balanced and bilateral differences suggest normal deficits in muscle strength and articular motion. In the hop tests, the symmetry index reflected good functionality of the lower limbs and the KOOS scores suggested good health-related to knee in both groups. In intragroup results, the PAI had greater flexibility of the rectus femoris in the dominant limb and greater passive knee extension in the non-dominant limb. Taekwondo athletes had greater hamstring/quadriceps strength ratios at higher speeds (conventional and functional) and PAI had greater conventional ratios at lower speeds, both to the dominant lower limb. **CONCLUSION:** The two groups had similar results for articular motion, muscle strength, physical function and health status related to the knee.

Keywords: articular motion, muscle strength, physical function, health status, knee joint.

AGRADECIMENTOS

A realização desta Dissertação de Mestrado só foi possível graças à colaboração e ao contributo de várias pessoas, às quais gostaria de exprimir o meu agradecimento e profundo reconhecimento:

Ao Prof. Doutor Rui Soles Gonçalves pela sua orientação preciosa e rigorosa durante todo o acompanhamento dado neste trabalho. O rigor científico do Prof. Rui Soles Gonçalves foi uma mais-valia para poder desenvolver um projeto que há muito gostaria de concretizar. Aqui fica o meu maior apreço e reconhecimento.

Ao Prof. Doutor João Páscoa Pinheiro pela sua coorientação. A experiência e conhecimentos do Prof. João Páscoa Pinheiro permitiram-me aprender e a transmitir essas competências para a concretização deste estudo. Muito obrigado.

Aos treinadores Pedro Machado, Sebastião Fernandes e Rogério Macieira por toda a sua colaboração e apoio ao incentivar os seus atletas para a participação neste estudo. Sem dúvida foi uma grande ajuda para obter um maior número de participantes. Muito obrigado.

Aos atletas e aos meus amigos que participaram na realização deste estudo. A sua disponibilidade e tempo despendido foram cruciais para poder concluir com sucesso este trabalho. Sem eles, a concretização deste trabalho não seria possível. Bem hajam!

À Filipa Pereira pelo apoio incondicional que me proporcionou ao longo de todo o percurso académico. O incentivo pessoal e profissional que a Filipa Pereira me transmitiu, ajudou a superar obstáculos que sem a sua ajuda, seriam mais difíceis de ultrapassar. Muito obrigado.

Ao meu Pai e à Salete por perceberem a importância que este estudo tem para mim. As suas opiniões sinceras deram-me força para poder continuar a trabalhar no meu desenvolvimento pessoal e profissional. Muito obrigado.

ÍNDICE

RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
AGRADECIMENTOS.....	vi
ÍNDICE DE TABELAS	x
ÍNDICE DE APÊNDICES.....	xi
LISTA DE ABREVIATURAS	xii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Questões de investigação	2
2. REVISÃO DA LITERATURA	4
2.1. Caracterização da arte marcial taekwondo.....	4
2.2. Caracterização do movimento articular do joelho em taekwondistas e indivíduos fisicamente ativos.....	6
2.2.1. Importância da flexibilidade muscular no movimento articular.....	6
2.2.2. Fatores que influenciam a flexibilidade	8
2.3. Força isocinética dos músculos extensores e flexores da articulação do joelho em taekwondistas e indivíduos fisicamente ativos.....	10
2.3.1. Características da força isocinética dos músculos extensores e flexores da articulação do joelho.....	10
2.3.2. Perfis isocinéticos da força dos músculos extensores e flexores da articulação do joelho.....	17
2.3.3. Avaliação isocinética da força muscular.....	18
2.4. Representação da função física para o membro inferior	18
2.5. Estado de saúde da articulação do joelho.....	22
3. MATERIAIS E MÉTODOS	26
3.1. Amostra.....	26

3.2. Medições	26
3.2.1. <i>Active Knee Extension (AKE)</i>	26
3.2.2. <i>Active Knee Flexion (AKF)</i>	27
3.2.3. <i>Passive Knee Extension (PKE) e Passive Knee Flexion (PKF)</i>	28
3.2.4. Goniómetro universal	28
3.2.5. Dinamometria isocinética.....	29
3.2.6. <i>Hop-tests</i>	31
3.2.7. <i>Knee and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)</i>	31
3.2.8. Escala de atividade <i>Tegner</i>	32
3.2.9. Procedimentos de testagem	33
3.2.10. Procedimentos adotados para a medição das amplitudes de mobilidade articular dos testes AKE e AKF	33
3.2.11. Procedimentos adotados para a medição das amplitudes de movimento articular dos testes PKF e PKE.....	35
3.2.12. Procedimentos adotados para a aplicação das provas isocinéticas	35
3.2.13. Procedimentos adotados para a aplicação dos hop tests	36
3.2.14. Procedimentos adotados para a aplicação do questionário KOOS	38
3.3. Análises estatísticas	39
4. RESULTADOS	40
4.1. Características dos participantes	40
4.2. Perfil bilateral de movimento articular, força muscular, função física e estado de saúde relacionado com a articulação do joelho	42
5. DISCUSSÃO	52
6. CONCLUSÕES.....	76
7. REFERÊNCIAS	79
8. APÊNDICES E ANEXOS.....	90

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Idade, peso, estatura e IMC dos participantes (N = 36).....	40
Tabela 2 - Membro inferior dominante dos participantes	41
Tabela 3 - Anos de prática, volume semanal de prática e duração média de cada sessão de prática dos participantes.	41
Tabela 4 - Graduação por cor de cinto dos taekwondistas.....	42
Tabela 5 - Atividades desportivas de caráter recreativo praticadas pelos indivíduos fisicamente ativos.	42
Tabela 6 - Movimento articular registado por goniometria na articulação do joelho bilateralmente para os testes AKE, AKF, PKE e PKF (°) e suas diferenças bilaterais (°). .	43
Tabela 7 - Força muscular exercida pelos músculos flexores e extensores da articulação do joelho nos modos concêntrico e excêntrico às velocidades de 60°•s-1 e 180°•s-1 bilateralmente, razão I/Q convencional e funcional (%) e diferenças bilaterais (%).	45
Tabela 8 - Força muscular exercida pelos músculos flexores e extensores da articulação do joelho nos modos concêntrico e excêntrico a velocidades 60°•s-1 e 180°•s-1 bilateralmente com normalização do peso corporal (N.m.kg-1).	47
Tabela 9 - Função física registada através da distância percorrida nos testes SHTD, THTD, CHTD (cm) e tempo despendido no SixHTT (s) bilateralmentes e seus índices de simetria (%).	48
Tabela 10 - Pontuação obtida no KOOS sobre o estado de saúde relacionado com a articulação do joelho em taekwondistas e indivíduos fisicamente ativos.	49
Tabela 11 - Scores obtidos bilateralmente para a articulação do joelho nos testes AKE, AKF, PKE, PKF (°), força muscular (N.m), razões I/Q (%), SHTD, THTD, CHTD (cm) e SixHTT (s) dos taekwondistas e indivíduos fisicamente ativos.....	50

ÍNDICE DE APÊNDICES

Apêndice 1 - Carta de explicação do estudo e do consentimento informado.....	90
Apêndice 2 - Ficha de registo dos parâmetros antropométricos e características do treino dos taekwondistas.....	93
Apêndice 3 - Ficha de registo dos parâmetros antropométricos e características da prática de atividades desportivas de carácter recreativo.....	94
Apêndice 4 - Ficha de registo da mobilidade articular.....	95
Apêndice 5 - Ficha de registo dos <i>hop test</i>	97

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 – Instrumento de medida KOOS.....	99
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS

AKE - *active knee extension*

AKF - *active knee flexion*

CHTD - *crossover hop test for distance*

cm - centímetro

I/Q - *isquiotibiais/quadriceps*

I_{con}/Q_{con} - *isquiotibiais_{concêntrico}/quadriceps_{concêntrico}*

I_{con}/Q_{exc} - *isquiotibiais_{concêntrico}/quadriceps_{excêntrico}*

I_{exc}/Q_{con} - *isquiotibiais_{excêntrico} /quadriceps_{concêntrico}*

I_{exc}/Q_{exc} - *isquiotibiais_{excêntrico} /quadriceps_{excêntrico}*

IMC - índice de massa corporal

ISMI - índice de simetria dos membros inferiores

kg - kilograma

kg/m² - kilograma/metro²

KOOS - *Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score*

N.m - newton-metro

N.m.kg⁻¹ - newton-metro por kilograma

PKE - *passive knee extension*

PKF - *passive knee flexion*

PT - *pico de torque*

s - segundo

SHTD - *single hop test for distance*

SixHTT - *six hop test for time*

THTD - *triple hop test for distance*

° - grau

°.s-1 - grau por segundo

≠ - diferença

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

A prática de atividade física é frequentemente referenciada como método de prevenção de lesões musculoesqueléticas, com especial destaque na articulação do joelho. A sua implementação tem sido estudada em diferentes tipos de avaliações físicas, tais como: movimento articular (Roberts & Wilson, 1999; Misic, Valentine, Rosengren, Woods & Evans, 2009; O'Sullivan, Murray & Sainsbury, 2009), força muscular (Neto, Simões, Neto & Cardone, 2010; Coombs & Garbutt, 2002; Siqueira, Pelegrini, Fontana & Greve, 2002; Rosene, Fogarty & Mahaffey, 2001; Aagaard, Simonsen, Beyer, Larsson, Magnusson, *et al.*, 1997; Kellis & Katis, 2007), função física (Fitzgerald, Lephart, Hwang & Wainner, 2001; Noyes, Barber & Mangine, 1991; Bolgia & Keskula, 1997) e estado de saúde da articulação do joelho (Roos & Lohmander, 2003).

O joelho é a região anatómica mais afetada na prática de desporto, enquanto a modalidade desportiva praticada (ex: futebol, ténis, entre outros) por um sujeito, indica o tipo de lesão com maior prevalência (ex:fratura, entorse, entre outros) (Kujala, Taimela, Antti-Poika, Orava, Tuominen, *et al.*, 1995).

A força muscular é uma componente importante para avaliação física quando se pretende observar o desempenho físico de uma determinada população, permitindo também identificar indivíduos com maior risco de adquirir lesões musculoesqueléticas (Neto, *et al.*, 2010).

Para maior conhecimento sobre a função física e estado de saúde da articulação do joelho em indivíduos saudáveis, praticantes ou não de desporto, deve-se saber qual é a contribuição da força muscular e do movimento articular para a *performance* física desta articulação (Singh, Chin, Bosscher & van Mechelen, 2006). O aumento de força da articulação do joelho está associado a uma melhoria da função física e do seu estado de saúde (McQuade & Oliveira, 2011; Petterson, Mizner, Stevens, Rasis, Bodenstab, *et al.*, 2009). Contudo, em estudos realizados com futebolistas profissionais foram detetadas diferenças significativas na produção de força muscular para flexão e extensão do joelho entre o membro dominante e não dominante (Rahnama, Lees & Bambaecichi, 2005). O grupo muscular flexor do membro dominante foi mais fraco que o membro não dominante e 68% da amostra estudada apresentou desequilíbrios musculoesqueléticos superiores a 10% num ou mais grupos

musculares. Em detrimento destes factos, verifica-se que os desequilíbrios musculares aumentam o risco de lesão da articulação do joelho (Devan, Pescatello, Faghri & Anderson, 2004; Siqueira, *et al.*, 2002; Aagaard, *et al.*, 1997).

Das inúmeras atividades desportivas mundialmente praticadas, destaca-se a arte marcial Taekwondo. Na atualidade, o taekwondo é uma das mais conhecidas modalidades das artes marciais em todo o mundo (Birrer, 1996).

A maioria da pesquisa orientada para o estudo do taekwondo, incide nas características antropométricas destes atletas e nas regiões e tipos de lesões mais frequentes (Kazemi, Shearer & Choung 2005; Kazemi, Perri & Soave, 2010; Kazemi, Waalen, Morgan & White, 2006; Kazemi, Rahman & Ciantis, 2011; Beis, Tsaklis, Pieter & Abatzides, 2001). Nestes atletas, a articulação do joelho é uma zona anatómica muito afetada durante a prática de taekwondo (Kazemi, Chudolinski, Turgeon, Simon, Ho, *et al.*, 2009; Junge, Engebretsen, Mountjoy, Alonso, Renström, *et al.*, 2009; Ziaee, Rahmani & Rostami, 2010).

A literatura científica relativa a esta arte marcial é ainda muito escassa. Na atualidade, desconhece-se a existência de estudos comparativos relativos à força, movimento articular, estado de saúde e função física entre taekwondistas com outras modalidades desportivas ou recreativas (não atletas). A par disso, desconhece-se se a prática de taekwondo influencia positiva ou negativamente o desempenho físico da articulação do joelho nesses atletas.

Perante estes factos e à escassez de estudos na área, urge a necessidade de investigações que reflitam sobre as capacidades fisiológicas da articulação do joelho em taekwondistas. Com futuros estudos sobre esta temática, poder-se-ão adotar estratégias preventivas contra a ocorrência de lesões musculoesqueléticas da articulação do joelho, bem como perceber se existem diferenças no seu movimento articular, força muscular, função física e seu estado de saúde.

1.2. Questões de investigação

Não se conhecem estudos anteriores comparativos para o movimento articular, força muscular, função física e estado de saúde do joelho entre taekwondistas com indivíduos fisicamente ativos. Por esta razão, o presente estudo pretende dar a conhecer novas informações sobre o comportamento da articulação do joelho para os dois grupos supramencionados. Desta forma, foram colocadas duas questões de investigação com o objetivo de as descortinar:

Será que os taekwondistas apresentam maior movimento articular, maior força muscular e melhor função física e estado de saúde relacionado com o joelho, quando comparado com um grupo de indivíduos fisicamente ativos (não atletas)?

Será que há diferenças no movimento articular, força muscular e função física entre o membro dominante com o membro não dominante nos taekwondistas e nos indivíduos fisicamente ativos (não atletas)?

1.3. Objetivos

O presente estudo tem como principal objetivo comparar bilateralmente o movimento articular (ativo e passivo), força muscular, função física e estado de saúde relacionado com a articulação do joelho entre atletas de taekwondo e indivíduos fisicamente ativos. É também objetivo deste estudo determinar se há diferenças no movimento articular (ativo e passivo), força muscular e função física entre os membros dominantes e não dominantes para cada grupo avaliado (taekwondistas e indivíduos fisicamente ativos).

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Caracterização da arte marcial taekwondo

O taekwondo desenvolveu-se há 5000 anos na Coreia e, na atualidade, estima-se que o número de praticantes se situe entre os 75 e os 120 milhões de crianças e adultos, tornando-se uma das mais conhecidas modalidades das artes marciais (Birrer, 1996). Traduzindo-se literalmente da língua Coreana, taekwondo significa “a arte de pontapear e socar” (Melhim, 2001), permitindo reconhecê-la como uma arte marcial única, devido às suas poderosas técnicas de pontapés (Kazemi, *et al.*, 2010). Antigamente na Coreia, os praticantes da modalidade taekwondo (taekwondistas) utilizavam esta arte marcial unicamente como técnica de autodefesa, contudo, hoje em dia é possível praticar esta modalidade desportiva para efeitos recreativos com elevado reconhecimento internacional, como é o caso dos jogos olímpicos. De facto, o taekwondo passou por um “estágio” nos jogos olímpicos de Seul (1988) e nos jogos olímpicos de Barcelona (1992), sendo apenas no ano 2000 que se consagrou como um desporto olímpico oficial, nos jogos Olímpicos de Sydney (Kazemi, *et al.*, 2006; Kazemi, *et al.*, 2010).

Na competição olímpica de taekwondo, cada combate tem a duração de 3 *rounds* de 2 minutos cada, com 1 minuto de intervalo entre cada *round*. Em caso de empate no terceiro *round*, será realizado um quarto *round* de 2 minutos até que um atleta pontue, terminando logo de seguida o combate (morte súbita). Contudo, os combates podem acabar antes dos 3 *rounds* quando ocorre: *knockout* (KO); diferença de 7 pontos entre os adversários; ou a pontuação de 12 pontos por um atleta. As competições oficiais incluem sessões de qualificação, semifinais e finais, podendo os atletas estar envolvidos em 5 combates em apenas um dia, até chegar ao combate final (Chiodo, Tessitore, Cortis, Lupo, Ammendolia, *et al.*, 2011). A acumulação de pontos é concedida quando são executados golpes com potência na direção da cabeça (“pontapé”), ou do tronco (“soco” ou “pontapé”) (Kazemi, *et al.*, 2006).

Recentemente, muita da pesquisa realizada até à data, foca-se nas capacidades fisiológicas necessárias para garantir o maior sucesso dos taekwondistas (Kazemi, *et al.*, 2010). Kazemi, *et al.*, (2006) foram os primeiros a comparar vencedores *vs.* não vencedores nos jogos olímpicos de 2000, relativamente ao peso, altura, idade, pontos obtidos, avisos, redução de pontos, e técnicas defensivas e atacantes na execução do “soco” e “pontapé”. Embora não se tenham detetado diferenças estatisticamente significativas numa primeira abordagem,

verificou-se que os atletas vencedores aparentavam ser mais novos, mais altos, e com IMC ligeiramente inferior, comparativamente aos atletas menos bem-sucedidos para a mesma categoria de peso.

Melhim (2001) afirma que ocorrem efeitos benéficos no *fitness* cardiovascular, resistência e aumento nas capacidades físicas dos taekwondistas. Segundo o autor, observaram-se melhorias de 61,5% na capacidade anaeróbia destes atletas quando avaliados pelo *Wingate Anaerobic Test*, enquanto Leong e col. (2011) observaram também resultados superiores em taekwondistas comparativamente a indivíduos sedentários, em testes de avaliação ao equilíbrio.

Heller e col. (1998) determinaram o perfil fisiológico de taekwondistas (cintos negros) homens e mulheres. Foram detetadas baixas percentagens de gordura corporal com baixo IMC e resultados acima da média para força muscular, flexibilidade e capacidades aeróbias e anaeróbias. Por sua vez, Markovic e col. (2005) avaliaram as diferenças entre os campeões nacionais croatas com maior e menor sucesso. Estes autores concluíram que os taekwondistas com maior sucesso apresentaram maior velocidade de corrida, maior capacidade ventilatória anaeróbia, diminuição do batimento cardíaco, aumento da força explosiva, melhor agilidade, menor percentagem de gordura e eram ligeiramente mais altos.

Brudnak e col. (2001) investigaram se a prática de taekwondo influenciava na redução de quedas em idosos. Participaram doze idosos aparentemente saudáveis, com idades compreendidas entre os 63 e os 81 anos (média = 71 anos) num programa de treino de taekwondo durante 17 semanas. No início e final deste período, os participantes foram instruídos a realizar *push-ups*, flexões do tronco e testes de equilíbrio com apenas um membro inferior em contacto com o solo. Os autores verificaram que dos participantes que participaram em mais de 85% dos treinos, houve um aumento no número efetuado de *push-ups*, de flexões do tronco e de maior tempo obtido, com apenas um membro em contacto com o chão. Desta forma, o taekwondo provou ser eficaz como método desportivo para potenciar as capacidades fisiológicas da população idosa.

Durante a realização da prática de taekwondo, é frequente a aplicação de equipamento protetor (ex: capacete, caneleiras, etc.) como estratégia de prevenção de lesões musculares e/ou articulares. Porém, em certos momentos, este equipamento é insuficiente para evitar o aparecimento de lesões (Lystad, Pollard & Graham, 2009). Com o aumento crescente de popularidade da arte marcial taekwondo, há um interesse crescente na pesquisa sobre lesões desportivas em taekwondistas (Melhim, 2001; Junge, *et al.*, 2009; Pieter, 2005; Kazemi, *et*

al.,2009; Kazemi & Pieter, 2004 ; Ziaee, *et al.*, 2010; Lystad, *et al.*,2009). Segundo Junge e col. (2009), mais de 50% das lesões devem-se ao contacto físico, com especial destaque nos torneios de competição. A técnica frequentemente usada é o “pontapé” lateral, sendo por isso a técnica *major* responsável pelo maior aparecimento de lesões nos membros inferiores (Pieter, 2005). Não obstante, muitas são as lesões consequentes do “pontapé defensivo” realizado quando recebem um ataque dos adversários (Kazemi, *et al.*,2009; Lystad, *et al.*,2009). Face ao exposto, fácil será então compreender que as zonas anatómicas mais suscetíveis a lesões são, em primeiro lugar, os membros inferiores (Lystad, *et al.*,2009), seguindo-se a cabeça, pescoço, coluna dorsal, lombar e coxix (Kazemi & Pieter, 2004). No que se refere à articulação do joelho, esta é a terceira articulação com maior frequência de lesões dos membros inferiores (Kazemi, *et al.*, 2009; Ziaee, *et al.*, 2010), sendo que o tipo de lesões mais frequentes nos taekwondistas são as contusões (Lystad, *et al.*, 2009; Kazemi, *et al.*, 2009), seguidas das entorses e roturas musculares (Kazemi, *et al.*, 2009).

Tomando-se em particular a variável “género”, estudos afirmam que os taekwondistas do sexo masculino adquirem com maior frequência lesões músculo-esqueléticas, comparativamente às mulheres (Kazemi & Pieter, 2004; Kazemi, *et al.*,2009; Pieter, 2005). Porém, a severidade de lesão neste último grupo é maior (Pieter, 2005).

2.2. Caracterização do movimento articular do joelho em taekwondistas e indivíduos fisicamente ativos

2.2.1. Importância da flexibilidade muscular no movimento articular

O termo movimento articular é o resultado do movimento de uma superfície articular em relação a outra superfície (Norkin & Levangie, 2001). O movimento articular é medido desde a sua posição anatómica (0°) até à posição angular que o segmento corporal atingiu numa determinada direção (Hall, 2000). Segundo esta última autora, a amplitude de movimento articular é um termo usado para descrever flexibilidade articular. O significado de flexibilidade resume-se à capacidade física do organismo humano em adquirir movimentos de grande amplitude, durante a execução dos movimentos articulares (Zakharov & Gomes, 1992).

O aumento de flexibilidade parece criar benefícios fisiológicos a nível muscular e articular. Segundo Weineck (1999), a flexibilidade permite executar movimentos com maior qualidade,

maior força, velocidade, resistência, recuperação após treino físico, otimização do treino e diminuição de lesões.

No presente estudo, focar-se-á apenas a relação do movimento articular para a articulação do joelho com a flexibilidade. Deste modo, não se pretende descrever técnicas ou exercícios para alongamento muscular com o objetivo da melhoria da flexibilidade, uma vez que não se deseja comparar os efeitos fisiológicos dos diferentes tipos de exercícios.

A flexibilidade apresenta-se em duas categorias: flexibilidade ativa e flexibilidade passiva. A primeira é a capacidade de efetuar grandes amplitudes de movimento através da contração muscular dos grupos musculares agonistas movendo uma determinada articulação, enquanto a musculatura oposta (antagonistas) se alonga (Brooks, 2000; Zakharov & Gomes, 1992). A flexibilidade passiva é a maior amplitude de movimento articular presente quando um segmento corporal é movimentado passivamente, determinada pela extensibilidade passiva dos músculos, fáscias e ligamentos (promovida pelo efeito da gravidade, força externa, etc.) (Hall, 2000, Zakharov & Gomes, 1992). Normalmente, a flexibilidade passiva atinge valores superiores de movimento articular comparativamente aos valores alcançados pela flexibilidade ativa. Neste caso, é atingido o limite máximo da mobilidade articular (Zakharov & Gomes, 1992).

A flexibilidade é um requisito fundamental para uma boa execução de movimentos articulares tanto qualitativos, como quantitativos. Deste modo, a execução de movimentos coordenados e tecnicamente corretos é impossível de ser concretizada sem que haja uma boa capacidade de alongamento da musculatura (Brooks, 2000; Weineck, 1999). No artigo de revisão de Kovacs (2006), foi estabelecida uma relação entre o grau de alongamento muscular (movimento articular) do grupo muscular isquiotibial e tríceps sorral com dores e lesões lombares em tenistas. Nestes atletas foram verificadas amplitudes articulares inferiores nestas regiões anatómicas comparativamente a outros atletas, uma vez que os tenistas começaram por realizar o serviço de remate numa posição baixa (diminuindo o centro de massa), requerendo ao atleta uma posição de encurtamento do grupo muscular isquiotibial durante longos períodos. O autor concluiu que é importante a aplicação de um programa de exercícios de alongamento, de modo a melhorar a qualidade do serviço de remate, permitindo aumentar o grau de amplitude articular dos músculos isquiotibiais e coluna lombar. Por sua vez, Tabrizi e col. (2000), investigaram se a diminuição do movimento articular para dorsiflexão predisponha ao aumento de fraturas e entorses do pé em crianças. A amostra foi composta por 82 crianças com lesões no pé (apenas 1 pé) e 85 crianças sem lesão. No grupo experimental e para o membro não lesionado, foi avaliada a flexibilidade muscular na articulação tíbio-

társica. Neste grupo, a média de amplitude de dorsiflexão foi de 5,7° com o joelho em extensão e 11,2° com o joelho em flexão. No grupo de controlo, a média de dorsiflexão foi de 12,8° com o joelho em extensão e 21,5° com o joelho em flexão ($p < 0,001$). Estes resultados permitiram concluir que existe uma forte associação entre a diminuição do movimento articular para dorsiflexão com o aparecimento de lesões em crianças. Por outro lado, um *tríceps* sorral com maior flexibilidade parece absorver maior quantidade de energia, permitindo proteger com maior eficácia as estruturas ósseas e ligamentares, onde a rigidez predispõe à lesão. Os autores sugerem também a necessidade de implementação de um programa de exercícios de alongamentos, de forma a aumentar a flexibilidade e consequente movimento articular. Em concordância, Brooks (2000) defende que uma boa flexibilidade articular leva ao equilíbrio muscular e torna as articulações mais flexíveis e móveis, facilitando a realização dos movimentos articulares no seu grau de amplitude normal de movimento. Por sua vez, a presença de flexibilidade em excesso pode ser prejudicial e contribuir negativamente para o movimento articular (Kovacs, 2006; Brooks, 2000). De facto, Kadel (2006), num estudo com dançarinas, observou grande amplitude de movimento articular (hipermobilidade), com especial destaque para as articulações do pé. Esta hipermobilidade promoveu maior aparecimento de lesões nessa região, devido à realização da técnica de dança em pontas. A técnica de dança em pontas é das técnicas mais exigentes e mais utilizadas pelas dançarinas, onde é realizada flexão plantar máxima de ambos os pés, com posição neutra dos dedos do pé.

2.2.2. *Fatores que influenciam a flexibilidade*

A flexibilidade é influenciada pela idade, género (Weineck, 1999; Zakharov & Gomes, 1992) temperatura, tónus, fadiga muscular (Weineck, 1999) e tipo de alongamentos utilizados (American College of Sports Medicine, 2009). No estudo de Shields e col. (2010), foi analisada a capacidade física (*fitness*) em adultos canadianos. Os autores verificaram que com o aumento da idade, não só o *fitness* aeróbico, resistência muscular e força muscular diminuíram, como também a flexibilidade. Por sua vez, os indivíduos do sexo masculino apresentaram *scores* maiores para o *fitness* aeróbico, resistência muscular e força muscular, enquanto os indivíduos do sexo feminino apresentaram melhor *score* para a flexibilidade. Por sua vez, Tremblay e col. (2010) também encontraram resultados semelhantes comparativamente ao estudo supracitado, mas desta vez com uma população alvo de idade inferior (dos 6 aos 19 anos). O grupo feminino também apresentou melhor *score* nos testes de

flexibilidade, comparativamente ao grupo masculino e verificou-se também que os indivíduos mais novos apresentaram melhor pontuação nos testes físicos, comparativamente com os mais velhos.

A influência da temperatura corporal está muitas vezes associada ao fenómeno da flexibilidade (Shellock & Prentice, 1985). De acordo com a *American College of Sports Medicine* (2009), um aquecimento prévio antes da realização de um programa de exercícios de flexibilidade (alongamentos), permite obter maior ganho na sua amplitude articular. Contudo, foram identificados estudos onde não se verificaram estes efeitos (Williford, East, Smith & Burry 1986; Zakas, Grammatikopoulou, Zakas, Zahariadis & Vamvakoudis, 2006; Zakas, Doganis, Zakas & Vergou, 2006). No estudo de Zakas e col. (2006) foram administrados três tipos de protocolos de flexibilidade em diferentes sessões de treino, em 18 adolescentes futebolistas. No primeiro protocolo, os indivíduos fizeram um *jogging* durante 20 minutos. No segundo protocolo, os indivíduos realizaram o mesmo *jogging*, seguido de exercícios de flexibilidade dos membros inferiores e tronco, enquanto no terceiro protocolo realizaram apenas exercícios de flexibilidade, sem aquecimento. Foram medidas as amplitudes articulares da anca para os movimentos de flexão, extensão e abdução, mediu-se a amplitude articular para o movimento de dorsiflexão do pé e flexão do joelho e tronco, utilizando um goniómetro e um flexómetro. Os resultados demonstraram apenas diferenças significativas ($p < 0,05$) para o aumento de dorsiflexão do pé. Os autores sugerem que a realização de exercícios de flexibilidade com ou sem aquecimento aumentam de igual forma o grau de amplitude articular para as articulações do membro inferior e flexão do tronco.

A capacidade de alongamento muscular é também determinada pela resistência ao alongamento e pela capacidade de relaxamento do músculo. Um tónus muscular elevado com reduzida capacidade de relaxamento invoca resistência para o alongamento do músculo, limitando a sua flexibilidade (Weineck, 1999). Por outro lado, quando os músculos são submetidos a uma sobrecarga proveniente do exercício físico e não forem tomadas as devidas precauções para uma correta recuperação (ex: corrida com redução da velocidade antes de atingir a meta), há maior acumulação de resíduos metabólicos (ex: ácido láctico) que promove uma redução dos movimentos articulares (Weineck, 1999; Worrell & Perrin, 1992). Contudo, Worrell & Perrin (1992) defendem que a relação entre flexibilidade, aquecimento, fadiga muscular e força muscular necessita de maior investigação, uma vez que a literatura apontada é controversa.

2.3. Força isocinética dos músculos extensores e flexores da articulação do joelho em taekwondistas e indivíduos fisicamente ativos

2.3.1. Características da força isocinética dos músculos extensores e flexores da articulação do joelho

O dinamômetro isocinético é um instrumento frequentemente utilizado na avaliação da *performance* muscular da velocidade e resistência constante, dentro do grau de amplitude de movimento articular pré-determinado (Drouin, Valovich, Shultz, Gansneder & Perrin, 2004; D'Alessandro, Silveira, Anjos, Silva & Fonseca, 2005; Gleeson & Mercer, 1996). Este método de avaliação muscular tornou-se um instrumento importante na prevenção e recuperação da função muscular dinâmica tanto em ambiente clínico, como em ambiente desportivo (Drouin, *et al.*, 2004; Gleeson & Mercer, 1996). Deste modo, a dinamometria isocinética permite avaliar as capacidades motoras em várias articulações do corpo, com especial destaque para o sistema articular do joelho (Kellis & Katis, 2007; Baltzopoulos & Brodie, 1989; Aagaard, *et al.*, 1997; Siqueira, *et al.*, 2002).

A articulação do joelho é uma articulação sinovial complexa formada por duas articulações: a articulação tibiofemoral e a patelo-femoral (Norokin & Levangie, 2001). A articulação tibiofemoral é considerada uma articulação condiloide dupla, apresentando movimentos de flexão e extensão no plano sagital, sobre um eixo coronal para o primeiro grau de liberdade e movimentos de rotação interna e externa no plano transversal sobre um eixo vertical para o segundo grau de liberdade (Kapandji, 2000; Norokin & Levangie, 2001). Cabe destacar que no presente estudo, apenas se terá em conta os movimentos para flexão e extensão da articulação do joelho. Os músculos principais responsáveis pelo movimento de flexão do joelho são o bíceps femoral, semitendinoso e semimembranoso (formando o grupo muscular isquiotibial), contando ainda com a ajuda dos músculos grácil, sartório, poplíteo (Kapandji, 2000; Norokin & Levangie, 2001) e gastrocnémios (Norokin & Levangie, 2001). O movimento de extensão do joelho é executado pela contração simultânea dos músculos vasto medial, vasto lateral, vasto intermédio e reto anterior, formando o *quadriceps* femoral (Kapandji, 2000; Norokin & Levangie, 2001).

A estabilidade da articulação do joelho é composta por estabilizadores estáticos (passivos) – estabilidade formada pelos ligamentos e estruturas capsulares envolventes da articulação do joelho - e dinâmicos - estabilidade fornecida pelas contrações musculares que ocorrem à volta da articulação do joelho durante o movimento. Assim, poder-se-á afirmar que a estabilidade

funcional do joelho é o conjunto da estabilidade estática e dinâmica, em que a resistência passiva dos ligamentos, a estrutura anatômica das superfícies, a resistência ativa desenvolvida pelos músculos e suas forças compressivas articulares executadas durante uma atividade, atuam na biomecânica funcional do joelho (Paterno & Hewett, 2008; Webb & Corry, 2000). Contudo, o longo comprimento do fêmur e da tíbia cria um grande efeito de alavanca e de torção das forças geradas pelo movimento. Se a contenção dinâmica dos músculos é momentaneamente inadequada ou insuficiente, essas forças podem-se tornar agressivas para as estruturas estáticas, criando situações de lesão ligamentar e/ou meniscais, frequentes na prática desportiva (Serra, 2001).

O estudo das características da força isocinética dos músculos extensores e flexores da articulação do joelho baseiam-se na análise de indicadores como o momento máximo (Brown, 2000), diferença bilateral de força (Ellenbecker, Roetert, Sueyoshi & Riewald, 2007; Gonçalves, 2004) e razão isquiotibiais/*quadriceps* (Aagaard, Simonsen, Magnusson, Larsson & Dyhre-Poulsen, 1998; Aagaard, *et al.*, 1997; Gonçalves & Pinheiro, 2003).

O estudo dos perfis da força dos membros inferiores em taekwondistas poderá ser particularmente relevante para um bom desempenho físico desta arte marcial. Antes de se abordar de forma mais detalhada os indicadores momento máximo, diferença bilateral de força e razão I/Q, é importante rever aqui algumas noções genéricas sobre a influência da posição articular, tipo de ação muscular e velocidade angular na produção de força muscular.

A resposta mecânica de um músculo a um único estímulo, provocado pelo seu nervo motor, é designada por contração (Guyton & Hall, 2001). Por sua vez, durante a contração muscular, a força exercida por um músculo que se contrai sobre a(s) alavanca(s) óssea(s) às quais se insere, designa-se por tensão muscular (Nordin & Frankel, 2004). A quantidade de tensão de um músculo depende em parte do seu estado de comprimento (Hall, 2000). O músculo tem a capacidade de desenvolver tensão ativa e/ou passiva e de exercer força sobre uma alavanca óssea (Norkin & Levangie, 2001). A tensão ativa é desenvolvida pelos elementos contrácteis do músculo através da formação de pontes cruzadas e pela sobreposição dos filamentos de actina e miosina (Guyton & Hall, 2001). A quantidade de tensão ativa que um músculo pode exercer depende da frequência, número e dimensões das unidades motoras, nível do sarcómero e número de pontes cruzadas estabelecidas. A tensão passiva é a tensão desenvolvida pelos componentes anatómicos não contrácteis, estando subjacente ao encurtamento ou alongamento ativo e /ou passivo de um músculo (Norkin & Levangie, 2001). Se um músculo for sujeito a uma posição de alongamento superior, quando comparado com a

sua posição de repouso muscular, desenvolve-se maior tensão (ausente de contração muscular), decorrente das forças elásticas no tecido conectivo, sarcolema, vasos sanguíneos, nervos, etc. (Guyton & Hall, 2001). Desta forma, a tensão total que ocorre durante uma contração ativa de um músculo é uma combinação da tensão contráctil (ativa) com a tensão não contráctil (passiva) (Norikin & Levangie, 2001).

Durante a contração muscular, a força exercida por um músculo, contraindo-se sobre a(s) alavanca(s) óssea(s) às quais se insere, designa-se por força muscular, enquanto a força externa exercida sobre o músculo designa-se por resistência ou carga (Cailliet, 2005). A produção de força muscular é dependente de três fatores principais: influência da posição articular, tipo de ação muscular e velocidade angular (Baltzopoulos & Brodie, 1989; Cabri, 1991; Hall, 2000). A influência da posição articular é um indicador que permite analisar as capacidades contrácteis dos grupos musculares testados durante a amplitude de movimento, permitindo desta forma avaliar o melhor ângulo articular na produção de força muscular máxima (Gleeson & Mercer, 1996; Baltzopoulos & Brodie, 1989). Quando é determinado um ângulo ideal na produção de momento de força, este fenómeno está dependente da tensão desenvolvida por um determinado grupo muscular, da sua disposição anatómica, do ângulo de inserção do músculo no osso, da distância entre a inserção muscular e do centro de rotação da articulação (Hall, 2000).

Numa situação de contração sem encurtamento muscular (não há movimento nem trabalho mecânico, mas sim trabalho muscular) é designada por contração isométrica, enquanto uma contração com encurtamento muscular é designada por contração isotónica ou isocinética (Cailliet, 2005). Para Norikin & Levangie (2001), o termo “contração isotónica” não é o mais adequado, uma vez que se trata de um movimento não fisiológico, e a força gerada num músculo não pode ser controlada ou mantida constante. Já Hall (2000) considera apenas 3 tipos de contração muscular: isométrica, concêntrica e excêntrica. De acordo com a autora, existe contração muscular concêntrica quando a força muscular produzida induz um torque (resultante da força exercida no músculo somada à força gravitacional) maior que o torque resistivo numa determinada articulação, ocorrendo encurtamento muscular e mudança do ângulo ao nível da articulação. Quando o músculo não pode realizar força muscular suficiente e é vencido por uma carga externa, ocorrendo um alongamento progressivo em vez de se encurtar, é designado por contração muscular excêntrica (Nordin & Frankel, 2004). Neste tipo de contração, a força muscular exercida é superior em comparação com a contração isométrica e concêntrica (Nordin & Frankel 2004; Norikin & Levangie, 2001). De facto, no estudo desenvolvido por Beltman e col. (2004), verificou-se que o torque voluntário máximo

exercido no dinamómetro isocinético em dez indivíduos saudáveis foi significativamente maior durante contrações em alongamento (270 ± 55 N.m) comparativamente com contrações em encurtamento (199 ± 47 N. m, $p < 0,05$). Para a contração muscular isométrica, foram também registados valores superiores, mas sem diferença estatisticamente significativa (252 ± 47 N.m).

A produção de força muscular está também relacionada com a velocidade de mudança de comprimento de um músculo no decorrer de contrações musculares concêntricas e excêntricas (Norkin & Levangie, 2001; Nordin & Frankel, 2004). A velocidade de mudança de comprimento muscular é a velocidade através da qual os miofilamentos de actina e miosina são capazes de deslizarem entre si e de (re)formarem pontes de interligação. Numa contração concêntrica, com o aumento de velocidade de encurtamento muscular, há diminuição da força exercida pelo músculo. Já numa contração excêntrica ocorre o inverso, ou seja, quando a velocidade de alongamento aumenta, a força produzida pelo músculo também aumenta (Norkin & Levangie, 2001). Contudo, a relação entre a força e a velocidade de contração deverá ser considerada de forma distinta da relação entre o momento e a velocidade angular para a contração máxima dos músculos extensores e flexores da articulação do joelho (Gonçalves & Pinheiro, 2004). No estudo de Westing & Seger (1989), foi avaliado o pico de torque para os movimentos de contração muscular concêntrica e excêntrica em vinte mulheres, às velocidades angulares de $60^\circ \cdot s^{-1}$ e $360^\circ \cdot s^{-1}$. Estes autores concluíram que a média do torque excêntrico não apresentou alterações significativas com o aumento de velocidade excêntrica para os grupos muscular *quadriceps* e isquiotibial ($p > 0,05$). A média de torque para ações musculares concêntricas foi significativamente inferior comparativamente com o torque para contrações excêntricas ($p < 0,05$) e diminuiu com o aumento de velocidade concêntrica. Desta forma, a produção de força muscular aumenta com a diminuição da velocidade angular concêntrica, podendo manter-se relativamente constante a baixas velocidades e não aumenta obrigatoriamente com o aumento da velocidade angular excêntrica (Gonçalves & Pinheiro, 2004). De facto, este fenómeno deve-se ao padrão de ativação neurológico das unidades motoras, de acordo com o tipo de contração muscular desempenhado (Babault, Pousson, Ballay & Hoecke, 2001; Beltman, Sargeant, Van Mechelen & Haan, 2004; Aagaard, Simonsen, Andersen, Magnusson, Halkjaer-Kristensen, *et al.*, 2000). Num estudo desenvolvido por Babault e col. (2001), foi aplicado um impulso elétrico independente do tipo de contração, no nervo femoral a 50° de flexão do joelho direito em oito indivíduos saudáveis. Foi calculado o nível de ativação voluntária para os modos concêntrico e excêntrico (velocidade de $20^\circ \cdot s^{-1}$), e isométrico. O nível médio de ativação

durante a máxima contração muscular excêntrica e concêntrica foram 88,3% e 89,7%, respectivamente, e foram significativamente inferiores ($p < 0,05$) com respeito à contração máxima isométrica (95,2%). A relação entre os níveis de ativação voluntária e torque submáximo foi significativa ($p < 0,01$): a comparação de resultados indicou níveis de ativação mais baixos durante a contração excêntrica submáxima comparativamente às contrações concêntricas e isométricas. Os autores concluíram que existe uma diminuição da ativação neurológica a velocidade $20^{\circ}\cdot s^{-1}$ na contração concêntrica máxima e durante a contração máxima e submáxima no modo excêntrico. Estes resultados indicaram uma dependência da ativação voluntária em ambos os níveis de tensão e tipos de ações muscular no grupo muscular extensor do joelho. Estes achados corroboram o estudo de Beltman e col. (2004), onde também foram identificados níveis inferiores ($p < 0,05$) de ativação voluntária em contrações musculares excêntricas máximas ($79 \pm 8\%$), comparativamente a contrações em encurtamento ($92 \pm 3\%$, $p < 0,05$) e contrações isométricas ($93 \pm 5\%$).

Concluído este aparte sobre a influência da posição articular, tipo de ação muscular e velocidade angular na produção da força muscular, retoma-se agora a análise dos indicadores isocinéticos momento máximo, diferença bilateral de força e razão I/Q.

O momento máximo é o parâmetro isocinético mais utilizado na avaliação por dinamometria isocinética, sendo possível visualizá-lo no ponto mais alto da curva de torque (Brown, 2000). O torque máximo depende da posição angular (posição articular) e da velocidade angular determinada (Baltzopoulos & Brodie, 1989; Rothstein, Lamb & Mayhew, 1987).

A utilização do parâmetro isocinético momento máximo é frequentemente utilizado nos mais diversos estudos (Baltzopoulos & Brodie, 1989; Aquino, Leme, Amatuzzi, Greve, Terreri, et al., 2002; Rothstein, *et al.*, 1987), apresentando-se como uma medida reprodutível, precisa (Gleeson & Mercer, 1996) e válida para utilização na sua prática clínica (Gross, Credle, Hopkins & Kollins, 1990).

A diferença bilateral de força é um parâmetro isocinético que resulta da comparação dos valores da força muscular produzida por grupos musculares contralaterais, de forma a determinar se existe uma relação de equilíbrio (ou desequilíbrio), em iguais condições de velocidade angular, posição articular e tipo de ação muscular, cujo valor é expresso em percentagem (Gonçalves, 2004). Para o cálculo da diferença bilateral de força, é fundamental saber qual o ponto de referência *standard* para diferenciar o membro normal do anormal (Hageman, Gillaspie, Hill, 1988). Um dos métodos possíveis de ser aplicado durante uma

avaliação muscular de uma extremidade, é tomar como ponto de referência o membro contra lateral, previsto de qualquer tipo de lesão ou condição que o impeça de ser avaliado (Sapega, 1990). Em não-atletas ou atletas que não participem em desportos que envolvam atividade física assimetricamente, o significado de simetria é aplicável para avaliação da *performance* muscular dos membros inferiores (Hageman, *et al.*, 1988). Para obter valores comparativos de força muscular entre membros inferiores, o valor do lado considerado é dividido pelo valor do lado de referência. O resultado é convertido em percentagem e é subtraído 100%. Quando a força do lado considerado é inferior à força do lado referência, a diferença bilateral de força apresenta sinal positivo, caso contrário, assume sinal negativo (Gonçalves, 2004).

De acordo com a literatura, o indicador isocinético diferença bilateral para os membros inferiores permite dar a conhecer aos clínicos e investigadores o grau de funcionalidade dos grupos muscular *quadriceps* e isquiotibial durante um processo de reabilitação provocada por lesão ou durante uma mera avaliação da sua *performance* muscular (Ellenbecker, Roetert, Sueyoshi & Riewald, 2007).

No artigo de revisão de Gonçalves (2004), o autor concluiu que para uma correta análise deste parâmetro isocinético, é necessário ter em conta fatores como a lateralidade do indivíduo e o caráter simétrico (ou assimétrico) das atividades físicas praticadas. Valores de défice bilateral de força inferiores a 10% são aceites como funcionalmente adequados para indivíduos saudáveis, possivelmente anormais para diferenças de 10% - 20% e como provavelmente anormais, assimetrias superiores a 20%.

O parâmetro razão I/Q é utilizado para determinar a relação de equilíbrio (ou de desequilíbrio) entre a força dos músculos flexores e dos músculos extensores da articulação do joelho (Aagaard, *et al.*, 1997; Aagaard, *et al.*, 1998; Devan, *et al.*, 2004; Kellis & Katis, 2007; Rosene, *et al.*, 2001; Coombs & Garbutt, 2002). A razão I/Q é um dos parâmetros mais importantes na avaliação isocinética porque o joelho é uma das articulações mais complexas do corpo humano, sendo por isso necessário perceber o seu funcionamento normal para prevenir o aparecimento de lesões (Baltzopoulos & Brodie, 1989). Deste modo, tem sido sugerido que o cálculo da razão I/Q é um indicador de estabilidade articular e da prevenção de lesões (Baltzopoulos & Brodie, 1989; Li, Maffulli, Hsu & Chan, 1996).

A literatura aponta que a razão I/Q poderá ser convencional ou funcional. A razão I/Q convencional é a divisão entre o momento máximo efetuado pelos flexores do joelho (isquiotibiais), com o momento máximo efetuado pelos extensores do joelho (*quadriceps*), para velocidade angular e tipo de contração igual (Coombs & Garbutt, 2002). Desta forma, a

razão I/Q convencional concêntrica (I_{con}/Q_{con}) divide o momento máximo alcançado durante a contração concêntrica dos músculos isquiotibiais pelo momento máximo alcançado durante a contração concêntrica dos músculos *quadriceps*, enquanto a razão I/Q convencional excêntrica (I_{exc}/Q_{exc}) divide o momento máximo obtido durante a contração excêntrica dos músculos isquiotibiais pelo momento máximo obtido durante a contração excêntrica dos músculos *quadriceps* (Aagaard, *et al.*, 1998).

Os valores normativos para a razão convencional I/Q apresentam grande controvérsia, contudo, os valores compreendidos entre 50% e 60% parecem apresentar concordância em termos gerais (Aagaard *et al.*, 1998; Baltzopoulos & Brodie, 1989). A razão I/Q funcional é calculada pela divisão entre o momento máximo alcançado pelos músculos isquiotibiais durante a contração excêntrica com o momento máximo alcançado pelos músculos *quadriceps* durante a contração concêntrica (I_{exc}/Q_{con}) ou pelo momento máximo alcançado pelos músculos isquiotibiais na contração concêntrica com o momento máximo alcançado pelos músculos *quadriceps* na contração excêntrica (I_{con}/Q_{exc}) (Kellis & Katis, 2007).

A razão I/Q funcional parece ser a mais indicada comparativamente à convencional durante o protocolo isocinético, porque a razão I/Q convencional implica que numa contração concêntrica (ou excêntrica) do joelho haja contração simultânea dos grupos muscular *quadriceps* e isquiotibial simultaneamente. Contudo, o movimento verdadeiro da articulação do joelho implica uma contração excêntrica dos músculos isquiotibiais e concêntrica do músculo *quadriceps* (extensão do joelho), ou vice-versa (flexão do joelho) (Aagaard, *et al.*, 1998; Coombs & Garbutt 2002).

O indicador razão I_{exc}/Q_{con} permite informar a capacidade que o grupo muscular isquiotibial tem em contrariar os movimentos de deslize anterior da tíbia relativamente ao fémur, induzidos pela contração máxima do grupo muscular *quadriceps* (Aagaard, *et al.*, 1998; Hewett, Myer & Zazulak, 2008). De acordo com o estudo de Hewett e col. (2008), à medida que a velocidade angular aumenta durante um protocolo isocinético testado em indivíduos do sexo masculino, a razão I_{exc}/Q_{con} também aumenta, relatando a capacidade de estabilização articular do joelho e de proteção de lesões do ligamento cruzado anterior. Estudos isocinéticos demonstraram que para velocidades elevadas, os valores do indicador razão I_{exc}/Q_{con} aproximam-se de 100% (Aagaard, *et al.*, 1997; Aagaard, *et al.*, 1998).

2.3.2. *Perfis isocinéticos da força dos músculos extensores e flexores da articulação do joelho*

Os taekwondistas normalmente utilizam “pontapés” rápidos e em grandes amplitudes de movimento, direcionadas à cabeça ou ao tronco. Estas ações exigem um esforço intensivo dos músculos flexores e extensores da articulação do joelho (Machado, Osório, Silva & Magini, 2010).

Apesar da escassa investigação sobre a produção de força muscular dos grupos extensor e flexor da articulação do joelho em taekwondistas, reconhece-se a sua importância no desenvolvimento científico para uma prática eficiente desta arte marcial (Teng, Keong, Ghosh & Thimurayan, 2008; Kim, Stebbins, Chai & Song, 2011; Machado, *et al.*, 2010; Heller, Peric, Dlouhá, Kohlíková, Melichna, *et al.*, 1998). Na maioria dos estudos analisados, a informação resultante da avaliação da força foi fornecida através dos indicadores isocinéticos momento máximo. Contudo, a diferença bilateral de força e/ou razão I/Q normalmente não é referenciada na literatura.

As adaptações específicas às exigências do taekwondo parecem resultar num incremento da força dos músculos *quadriceps* e isquiotibiais (Kim, *et al.*, 2011; Machado, *et al.*, 2010; Heller, *et al.*, 1998). No estudo desenvolvido por Kim e col. (2011), investigaram-se múltiplas variáveis (como a velocidade, agilidade, flexibilidade) e também a força muscular produzida pelos grupos musculares extensores e flexores da articulação do joelho. Nesse estudo, investigaram-se as diferenças de força muscular adquiridas nesses grupos musculares após 12 semanas de prática de taekwondo em trinta e uma raparigas saudáveis, com idades compreendidas entre os 15 e os 16 anos. Todos os sujeitos realizavam atividade física (aulas de educação física) apenas 2 dias por semana na escola (apenas uma escola). Posteriormente, foram divididas em dois grupos: um grupo de alunas (N = 10) que realizava apenas educação física (50 minutos por dia, duas vezes por semana), e um grupo de taekwondo (N = 21) que participava nas classes de educação física (50 minutos por dia, duas vezes por semana) e nas aulas de taekwondo (50 minutos por dia, duas vezes por semana). Os resultados demonstraram que o treino de taekwondo durante 12 semanas aumentou a capacidade de produção de força muscular no dinamómetro isocinético para os movimentos de flexão e extensão da articulação do joelho. Num estudo de O'Donovan e col. (2006), participaram 13 atletas (idade média de 23,7 anos) praticantes de artes marciais (onde se incluíram taekwondistas) e 12 indivíduos sedentários (idade média = 22,2 anos). Nesse estudo, os atletas

também apresentaram aumentos superiores na produção de força para os movimentos de flexão e extensão concêntrica da articulação do joelho às velocidades de 30, 90 e 210°·s⁻¹ e também para o movimento de extensão em condições isométricas, comparativamente com o grupo controlo.

2.3.3. Avaliação isocinética da força muscular

O termo força muscular refere-se à capacidade de um músculo para desenvolver tensão de forma ativa, independentemente das condições sob as quais esta tensão é medida (velocidade contráctil lenta ou rápida; contração em encurtamento ou em alongamento) (Sapega, 1990).

Contemporaneamente, existe um método de avaliação da força muscular em condições dinâmicas por dinamometria isocinética, reconhecida atualmente como um instrumento válido e fiável para determinar a força muscular dinâmica (Gleeson & Mercer, 1996; Drouin, Valovich-McLeod, Shultz, Gansneder & Perrin, 2004; Sapega, 1990; Baltzopoulos & Brodie, 1989). O dinamómetro isocinético permite controlar a velocidade de movimento de um membro a velocidade e resistência constante (apenas quando ultrapassa a velocidade pré-determinada). Neste caso, a resistência é igual à força muscular executada durante a amplitude de movimento (Baltzopoulos & Brodie, 1989; Gleeson & Mercer, 1996).

2.4. Representação da função física para o membro inferior

A aplicação de testes funcionais no membro inferior como ferramenta de avaliação nas decisões clínicas ou desportivas é frequentemente utilizada por profissionais de saúde e/ou por investigadores (Bolgia & Keskula, 1997; Fitzgerald, Lephart, Hwang & Wainner, 2001). Dentro do grupo de testes utilizados para avaliação da função física, é frequente a aplicação dos *hop tests* para avaliar a funcionalidade dos membros inferiores, através da capacidade de salto horizontal unipodal (Ross, Langford & Whelan, 2002). Noyes e col. (1991), desenvolveram 4 testes passíveis de se efetuar num plano horizontal: 1) *single hop* - para distância (SHTD), 2) *triple hop* - para distância (THTD), 3) *crossover hop* - para distância (CHTD) e 4) *Six-m hop* - para tempo (SixHTT). Estes testes englobam uma grande variedade de princípios de movimento, entre os quais diferentes mudanças de direção, velocidade, aceleração e desaceleração. A nível interpretativo, considera-se que existe uma boa promoção da estabilidade dinâmica da articulação do joelho se as quatro componentes supranumeradas

não apresentarem qualquer tipo de desequilíbrio funcional durante a sua execução (Gotlin & Huie, 2000; Manal & Snyder-Mackler, 1996).

Uma das vantagens da utilização dos *hop tests* é o facto de poderem ser aplicados em ambos os membros inferiores. Tal permite que o teste realizado no membro inferior possa ser expresso em percentagem, comparativamente ao membro inferior contralateral, determinando-se assim um índice de simetria dos membros inferiores (ISMI) (Reid, Birmingham, Stratford, Alcock & Giffin 2007). O ISMI, mais conhecido por *limb symmetry index*, pode ser calculado para ajudar a diferenciar indivíduos com ou sem estabilidade dinâmica do joelho (Noyes, Barber, & Mangine, 1991; Fitzgerald, *et al.*, 2001). Segundo Noyes, *et al.*, (1991), os valores de referência para o ISMI deverão ser iguais ou superiores a 85% para indivíduos saudáveis, independentemente do membro inferior testado, género (masculino ou feminino) ou nível de atividade física praticada. Outras vantagens da realização dos *hop tests* são o facto de identificarem possíveis lesões na articulação do joelho em indivíduos aparentemente saudáveis. Isto deve-se ao facto de permitirem verificar a integridade do controlo neuromuscular, força e capacidades funcionais do membro inferior testado; duração curta do teste; são fáceis de aplicar; e são económicos (Baltaci, Yilmaz & Atay, 2012; Fitzgerald, *et al.*, 2001; Petschnig, Baron & Albrecht, 1998; Borsa, Lephart & Irrgang, 1998). De acordo com Bolga & Keskula (1997), uma desvantagem dos *hop tests* é não serem capazes de detetar anomalias específicas referentes à articulação do joelho, mas são capazes de verificar se o membro inferior se apresenta funcional (ou não).

Os *hop tests* têm sido estudados para os membros inferiores em indivíduos com fraqueza muscular, laxidez ligamentar e défices de propriocepção do joelho. Similarmente, estes permitem a avaliação do progresso de reabilitação física pós-cirúrgico e também a avaliação da *performance* em pacientes com lesões do ligamento cruzado anterior (Fitzgerald, *et al.*, 2001). Na verdade, são vários os estudos que relacionam a capacidade de salto unipodal horizontal (*hop tests*) com lesões do ligamento cruzado anterior (Baltaci, *et al.*, 2012; Fitzgerald, *et al.*, 2001; Fitzgerald, Axe & Snyder-Mackler, 2000; Keays, Bullock-Saxton, Newcombe & Keays, 2003; Noyes, *et al.*, 1991; Reid, *et al.*, 2007; Logerstedt, Snyder-Mackler, Ritter, Axe & Godges, 2010).

Há evidência que os *hop tests* são uma boa ferramenta para prever em pacientes com lesão do ligamento cruzado anterior em regressar a um nível de atividade física elevada após reabilitação (não cirúrgica), sem voltarem a experienciar episódios contínuos de instabilidade articular (Fitzgerald, *et al.*, 2000). Fitzgerald e col. (2000) estudaram este facto e propuseram

a aplicação de instrumentos de medida de avaliação pessoal para o grau de funcionalidade e instabilidade do joelho, juntamente com a execução do SHTD e SixHTT. Participaram vinte e oito indivíduos dispostos a regressar a níveis elevados de atividade física, seguidos de um período de reabilitação (máximo de 6 meses). Até aos 6 meses, os sujeitos foram classificados como aptos (se regressassem a níveis de atividade física elevada sem nenhum tipo de problema aparente da articulação do joelho), ou como inaptos (se apresentassem pelo menos 1 episódio de instabilidade desta articulação). Fitzgerald e col. (2000) compararam os resultados dos *hop tests* entre os sujeitos aptos com os sujeitos que continuaram a receber reabilitação física (posteriormente a 6 meses). Esta comparação indicou que aqueles que tinham falhado o tempo máximo estipulado de reabilitação (posteriormente a 6 meses) apresentaram um ISMI significativamente inferior para o SixHTT ($85,4 \pm 4,1\%$; $N = 6$), comparativamente aos indivíduos considerados aptos ($95,1 \pm 6,6\%$; $N = 22$). Estes resultados demonstraram que os *hop tests* têm a capacidade de predizer o futuro sucesso em regressar a níveis de atividade física elevada em indivíduos com rutura do ligamento cruzado anterior (não cirúrgico).

A relação entre a *performance* dos *hop tests* com a produção de força muscular por dinamometria isocinética tem sido amplamente estudada (Logerstedt, *et al.*, 2010; Greenberger & Paterno, 1995; Santos, Ávila, Hanashiro, Camargo & Salvini, 2010; Fitzgerald, *et al.*, 2001). Greenberger & Paterno (1995) avaliaram 20 sujeitos saudáveis (idade: $20,7 \pm 1,9$ anos; estatura: $171,7 \pm 9,3$ cm; peso: $65,1 \pm 10,6$ kg), dos quais 7 eram homens e 13 eram mulheres. Os sujeitos avaliados realizaram bilateralmente 3 movimentos isocinéticos concêntricos para o movimento de extensão à velocidade $240^\circ \cdot s^{-1}$ para avaliação da força muscular do *quadriceps* e realizaram 3 saltos para o SHTD. O coeficiente de correlação de *Pearson* para o momento máximo e distância percorrida foi 0,78 para o membro inferior dominante e 0,65 para o membro inferior não dominante ($p < 0,05$). Os autores concluíram que a força isocinética não se correlaciona fortemente com os *hop tests*, levando a crer que a avaliação por dinamometria isocinética, por si só, é um critério insuficiente para diagnosticar o retorno dos indivíduos às suas atividades funcionais. Por sua vez, Santos, *et al.*, (2010) estudaram a relação entre o torque máximo do *quadriceps* com os testes funcionais de agilidade (corrida) e com os testes funcionais de propulsão (SHTD e THTD), posteriormente a um programa de exercícios com treino excêntrico. Participaram 20 sujeitos masculinos saudáveis (idade: $22,5 \pm 2,1$ anos; estatura: 172 ± 10 cm; peso: $67,8 \pm 9,5$ kg; IMC: $22,5 \pm 2,0$ kg/m²). Foram realizados movimentos isocinéticos para flexão e extensão da articulação do

joelho durante 3 séries de 10 movimentos excêntricos às velocidades $30^{\circ}\cdot s^{-1}$ e $120^{\circ}\cdot s^{-1}$, com 3 minutos de descanso entre cada série. A frequência foi duas vezes por semana, durante 6 semanas (12 sessões de treino). Os autores verificaram que o treino excêntrico aumentou o torque máximo produzido pelo *quadriceps* ($p < 0,01$) e diminuiu a razão I/Q ($p < 0,01$). Verificaram também que houve diminuição do tempo para dois dos 5 testes de agilidade e aumentou a distância para os dois *hop tests*, tanto para o membro inferior dominante, como para o membro inferior não dominante ($p < 0,01$). Contudo, apesar do treino excêntrico aumentar o torque máximo do *quadriceps* e melhoria de alguns testes funcionais, os autores observaram que não houve forte correlação ($r \leq 0,5$) entre o torque máximo com os testes funcionais. No estudo de Logerstedt e col. (2010) e de Fitzgerald e col. (2001), os autores também admitiram que correlação entre a *performance* dos *hop tests* e a produção de força muscular variou entre fraca a moderada.

Para além dos estudos *hop tests vs. dinamometria isocinética*, existem outros métodos comparativos a efetuar com estes testes funcionais. Fitzgerald, *et al.*, (2001) fizeram uma pesquisa sobre a: 1) relação entre os *hop tests* com a laxidez passiva e anterior da articulação do joelho (gaveta anterior) em indivíduos com problemas do ligamento cruzado anterior; 2) relação entre os *hop tests* com a sensação de posição articular passiva do joelho; e 3) relação entre os *hop tests* com alguns instrumentos de medida (como o caso do instrumento de medida Cincinnati e Lysholm) que avaliam a capacidade funcional da articulação do joelho. Para o ponto 1), os autores verificaram que não há evidência que sinais positivos de gaveta anterior do joelho influenciem a *performance* dos *hop tests*. No ponto 2), os autores verificaram que embora o teste de sensação de posição articular passiva do joelho seja um teste frequentemente utilizado em indivíduos com problemas no ligamento cruzado anterior, não há forte correlação com a *performance* do SHTD. Todavia, os autores argumentam que ainda há poucos conhecimentos neste campo, uma vez que ainda não foram realizados estudos comparativos entre o CHTD e SixHTT com a sensação de posição articular passiva do joelho. No ponto 3) Fitzgerald e col. (2001) também não encontraram forte correlação entre os *hop tests* com alguns instrumentos de medida que avaliam a capacidade funcional da articulação do joelho. Os autores referiram que esta fraca correlação demonstrou que, se a aplicação dos *hop tests* fossem realizados separadamente destes instrumentos de medida (ou vice-versa), e sem outro tipo de avaliações funcionais, os resultados finais poderiam ser inadequados quando se pretendesse aceder ao grau de funcionalidade dos membros inferiores.

Os *hop tests* proporcionam avaliações fiáveis para indivíduos saudáveis (Bolgla & Keskula, 1997; Ross, *et al.*, 2002) e avaliações fiáveis para indivíduos submetidos a um protocolo de reabilitação pós-cirúrgico a uma rutura do ligamento cruzado anterior (Reid, *et al.*, 2007).

Para indivíduos saudáveis, os *hop tests* demonstraram que para o SHTD o coeficiente de correlação intraclassa variou entre 0.92 to 0.96. No THTD, o coeficiente de correlação intraclassa variou entre 0.95 to 0.97, no CHTD variou entre 0.93 to 0.96 e no SixHTT variou entre 0.66 to 0.92 (Logerstedt, *et al.*, 2010). Para indivíduos submetidos a um protocolo de reabilitação pós cirurgica do ligamento cruzado anterior, o coeficiente de correlação intraclassa para o índice de simetria variou entre 0,82 e 0,93.

2.5. Estado de saúde da articulação do joelho

Os problemas internos da articulação do joelho são inúmeros e de consequências variadas para a função e qualidade de vida no indivíduo. A crescente procura por atividades físicas, associada à anatomia complexa e vulnerável da articulação do joelho, fez com que aumentasse a incidência de lesões ligamentares nesta articulação (Peccin, Ciconelli & Cohen, 2006). De facto, o papel desempenhado pela atividade física como preditor de sintomas e de lesões músculo-esqueléticas tem sido estudado em diferentes modelos de estudo. Estes modelos de estudos incluem relatos sobre como a força muscular, flexibilidade, ou atividade física se associam a lesões da articulação do joelho (Mikkelsen, Nupponen, Kaprio, Kautiainen, Mikkelsen, *et al.*, 2006). No estudo de Sharma *e col.* (2001) verificou-se que o excessivo varo ou valgo da articulação do joelho contribuiu significativamente para aumentar o risco de osteoartrite desta articulação e que associado ao aumento de força muscular, também se associou maior risco de osteoartrite do joelho (pelo menos em pacientes com desalinhamento desta articulação). No estudo de Mikkelsen *e col.* (2006) foi identificado que os indivíduos que praticavam atividade física com elevada resistência muscular dos grupos flexores e extensores da articulação do joelho, apresentaram maior predisposição para ocorrência de lesões articulares desta região anatómica, principalmente em indivíduos do sexo masculino. Os autores referiram que os sujeitos que apresentavam maior resistência muscular nestes grupos musculares, normalmente participavam em maior número de atividades desportivas, comparativamente a indivíduos que tinham menor resistência muscular. Este fenómeno poderia traduzir maior número de lesões ligamentares e meniscais da articulação do joelho durante a prática desportiva nos indivíduos que praticavam maior número de atividades desportivas. Contudo, os próprios autores referiram que em caso de lesão da articulação do

joelho, a reabilitação da função muscular, de que é exemplo o aumento da produção de força muscular, deverá ser implementada para evitar a reincidência de lesões. McQuade & Oliveira (2011) estudaram se o aumento de força muscular dos músculos extensores e flexores da articulação do joelho, afetava diretamente o estado de saúde desta articulação (avaliados pelo questionário KOOS) em pacientes com osteoartrite. De acordo com os autores, foram encontradas melhorias significativas para as 5 dimensões avaliadas por este instrumento de medida (dor, sintomas, atividades da vida diária, atividades desportivas e de lazer e qualidade de vida). Este facto permitiu-lhes afirmar que um programa de fortalecimento muscular da articulação do joelho reduziu a dor e melhorou a sua função articular. De acordo com o *National Health and Medical Research Council* (2009), a fraqueza do músculo *quadriceps* contribui para o aumento de incapacidade causada pela instabilidade articular. Ainda no mesmo estudo, é mencionado que para aumentar a produção de força muscular, mobilidade articular e função física da articulação do joelho (com diminuição da sua dor), é aconselhada a prática de exercício físico de intensidade leve a moderada. Felson e col. (2007) realizaram um estudo em 1279 indivíduos e relacionaram os diagnósticos de raio-x com o nível de atividade física durante 9 anos. Os autores concluíram que mesmo em indivíduos que realizavam exercícios físicos de intensidade elevada, não houve evidências que estes sujeitos apresentassem maiores riscos de desenvolver osteoartrite da articulação do joelho, comparativamente a indivíduos que não faziam qualquer tipo de atividade física. Deste modo, é recomendável a prática de atividade física regular para promover o estado de saúde da articulação do joelho (*National Health and Medical Research Council*, 2009; Felson, Niu, Clancy, Sack, Aliabadi, *et al.*, 2007).

Para além da relação da prática de atividade física regular e produção de força muscular com o estado de saúde da articulação do joelho, a flexibilidade também parece assumir um papel importante nesta articulação (*American College of Sports Medicine*, 2009).

Harvie e col. (2011) realizaram uma revisão sistemática com 10 estudos randomizados e controlados, com o objetivo de determinar quais eram os exercícios físicos mais vantajosos para redução da dor em indivíduos com o síndrome patelo-femoral. Foram identificados 14 tipos de exercícios diferentes para diminuir a dor nessa região, 2 dos quais eram exercícios de alongamento passivo. Os autores concluíram que os exercícios adotados para o aumento de flexibilidade (neste caso exercícios passivos), associados a outros exercícios específicos (para o síndrome patelo-femoral) são um bom complemento para reduzir a dor no joelho. Tran e col. (2001) estudaram a relação da prática de yoga com a performance física em 10 indivíduos saudáveis não treinados, com idades compreendidas entre os 18 e os 27 anos. Foram avaliadas

algumas componentes da *performance* física, entre as quais a flexibilidade (para as articulações do pé, ombro e tronco) antes e após um período de treino de 8 semanas. Este treino consistiu em 10 minutos de exercícios de respiração, 15 minutos de exercícios dinâmicos para aquecimento, 50 minutos em posturas de yoga e 10 minutos de relaxamento em decúbito dorsal. Foram identificadas melhorias significativas na flexibilidade em todas as articulações testadas: articulação do pé, na elevação dos ombros, e na extensão e flexão do tronco. Os autores concluíram que as posturas em alongamento adotadas pela prática de yoga em indivíduos saudáveis proporcionaram o aumento da flexibilidade, traduzindo-se na melhoria da sua *performance* física e consequente melhoria na qualidade de vida.

De modo a conhecer a opinião pessoal sobre o estado de saúde relacionado com o joelho e seus problemas associados em indivíduos jovens, adultos ou idosos, foi desenvolvido o instrumento de medida *Knee and Osteoarthritis Outcome Score* (KOOS) (Roos & Lohmander, 2003). O KOOS é uma continuação do instrumento de medida *Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index* (WOMAC), frequentemente utilizado para perceber os efeitos de tratamento da articulação do joelho em pacientes com osteoartrite. O instrumento de medida KOOS é um questionário autoadministrável, com um tempo médio de preenchimento de 10 minutos, e pode ser aplicado aquando a ocorrência de lesões no joelho, após curto ou longo espaço de tempo pós-lesão. Roos & Lohmander (2003) admitiram que o KOOS é um instrumento de medida útil, válido, fiável e com boa capacidade de resposta no acesso à opinião pessoal de indivíduos com osteoartrite avançada do joelho, lesões de osteoartrite pós traumática, lesões do ligamento cruzado anterior e lesões meniscais. A par disso, também se apresenta como um bom instrumento de medida para medir o estado de saúde relacionado com o joelho em indivíduos jovens saudáveis, que praticam atividade física. O questionário KOOS é composto por 42 itens distribuídos em 5 dimensões: dor (9 itens), sintomas (7 itens), atividades da vida diária (17 itens), atividades desportivas e de lazer (5 itens) e qualidade de vida (4 itens). É utilizada uma escala de *Likert*, com 5 possibilidades de resposta desde 0 (sem problemas) a 4 (problemas extremos). Cada um destes *scores* são somados com os restantes itens. Os *scores* são transformados para uma escala de 0 a 100, em que 0 representa problemas extremos do joelho e 100 representa a ausência de problemas no joelho. Por último, os valores da escala são expressos em percentagem.

Na revisão sistemática desenvolvida por Garratt e col. (2004), verificou-se que o KOOS foi um dos instrumentos considerados mais apropriados para aceder aos problemas de saúde relacionados com a articulação do joelho, sob a perspetiva dos pacientes. De modo a dar

resposta às características específicas do estado de saúde da articulação do joelho para a população portuguesa, foi desenvolvido o instrumento de medida KOOS, devidamente traduzido e adaptado (Gonçalves, Cabri, Pinheiro & Ferreira, 2009).

Embora o instrumento de medida KOOS permita saber qual a opinião pessoal de cada indivíduo sobre o seu estado de saúde relacionado com o joelho, surge também a necessidade de perceber qual o grau de atividade física que cada indivíduo é capaz de desempenhar nas suas atividades da vida diária. Para o efeito, Tegner & Lysholm (1985) elaboraram uma escala de atividade física, onde o trabalho e as atividades desportivas estão graduadas numericamente, permitindo desta forma estabelecer comparações entre grupos de indivíduos com níveis de atividade física semelhante. Segundo os autores supracitados, o grau de atividade física é um dos fatores que deverá ser avaliado antes, durante ou depois de um tratamento à articulação do joelho. Tal justifica-se pelo facto de o mesmo indivíduo apresentar etapas diferentes ao longo do seu percurso de reabilitação, entre as quais a melhoria da sua *performance* física. Embora no presente estudo não hajam indivíduos aparentemente lesionados, parece importante agrupar dois conjuntos de sujeitos saudáveis (com níveis de atividade física semelhantes) graduados por uma escala previamente estudada.

A utilização de sujeitos saudáveis fisicamente ativos parece ser o método mais adequado quando se pretendem realizar estudos comparativos com desportistas (Booth & Lees, 2006). Segundo os autores supracitados, a maioria das publicações científicas que utilizam um grupo de sujeitos desportistas, utilizam como grupo de controlo comparativo um grupo de indivíduos sedentários. Estes autores referem que os indivíduos sedentários são fisicamente inativos (menor saúde), logo, qualquer comparação com um grupo de desportistas, cria uma grande discrepância nos resultados entre ambos os grupos, beneficiando sempre o grupo de indivíduos que realizam atividade desportiva. Assim, torna-se fundamental que sejam estabelecidas comparações entre indivíduos saudáveis que realizam atividade física desportiva recreativa (porque apresentam aparentemente maior saúde comparativamente a indivíduos sedentários) com um grupo de desportistas (atletas).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Amostra

Neste estudo participaram 18 atletas praticantes da modalidade taekwondo e 18 indivíduos fisicamente ativos (não atletas), todos eles voluntários. Estes voluntários leram a carta de explicação de forma a ficarem esclarecidos sobre as finalidades do estudo e seus critérios de inclusão e exclusão. Os critérios de inclusão estabelecidos para ambos os grupos foram: ser do sexo masculino e ter idade compreendida entre os 18 e os 35 anos de idade. Para o grupo de taekwondistas, estabeleceu-se como requisito a prática contínua da arte marcial taekwondo há pelo menos dois anos consecutivos, com uma frequência de treino igual ou superior a dois treinos por semana, durante uma hora no mínimo. O grupo de indivíduos fisicamente ativos teve como requisito a prática de atividade física desportiva recreativa, também por um período igual ou superior a dois anos consecutivos, com uma frequência semanal não inferior a dois dias com duração mínima de uma hora. De forma a constituir um grupo de indivíduos fisicamente ativos com níveis de atividade física semelhante, optou-se por graduar os participantes por níveis, com base na escala de atividade *Tegner*. A escala de atividade *Tegner* foi desenvolvida para aceder ao nível de atividade física relacionada com o joelho. É uma escala numérica que varia entre os valores 1 a 10. O valor 1 refere-se à atividade física menos exigente e 10 à mais exigente (Tegner & Lysolm, 1985). No presente estudo, os indivíduos teriam de apresentar um nível de atividade física entre os níveis 5 a 7 desta escala, uma vez que neste intervalo estão incluídas todas as atividades desportivas meramente recreativas para não atletas (e.g., corrida, futebol, *rugby*, ciclismo, *jogging*). No que toca aos critérios de exclusão, para ambos os grupos elegeram-se: a presença de lesões traumáticas no joelho e a presença de sintomatologia significativa do joelho que impeça, ou torne indesejável, a realização dos testes físicos.

3.2. Medições

3.2.1. Active Knee Extension (AKE)

A amplitude ativa de movimento é a quantidade de movimento articular realizada por um indivíduo durante o movimento articular voluntário não assistido (Norkin & White, 2003).

Os procedimentos adotados para a realização do teste AKE têm demonstrado ser o método mais eficaz para aceder à flexibilidade dos isquiotibiais, uma vez que há uma correta

estabilização dos músculos da pélvis e da coluna vertebral, evitando deste modo compensações musculares indesejadas (Gadjosik & Lusin, 1983; Norris & Matthews, 2005). O teste AKE é ainda um teste ativo porque o sujeito realiza sozinho e ativamente o movimento. Neste caso, a posição final de amplitude do indivíduo registada pelo avaliador (externo ao movimento) é dependente da tensão exercida pelo *quadriceps* e do final da sua amplitude articular. Uma vez que o final de movimento é controlado exclusivamente pelo indivíduo, pode-se assim garantir a securidade deste método de avaliação (Norris & Matthews, 2005). Norris & Matthews (2005) demonstraram essa segurança ao aplicarem o teste AKE juntamente com um goniómetro universal em indivíduos saudáveis adultos. De acordo com os autores, foi identificado um coeficiente de correlação intraclasse de 0,761 (valores compreendidos entre 0,395 e 0,905, para um intervalo de confiança 95%; $p < 0,05$). Neste estudo, com o objetivo de conhecer a diferença bilateral do AKE, aplicou-se a seguinte fórmula: membro inferior não dominante - membro inferior dominante.

3.2.2. *Active Knee Flexion (AKF)*

O teste AKF permite avaliar a flexibilidade de uma forma ativa e isolada do músculo reto femoral. De acordo com Gajdosik (1985), a rigidez isolada do músculo reto femoral está associada a diversas patologias musculo-esqueléticas. Caso essa rigidez esteja presente, o normal funcionamento da anca e joelho durante a marcha modifica-se, causando alterações biomecânicas não desejáveis. O autor salienta ainda que a avaliação por este teste com o complemento do teste AKE, permite aos profissionais de saúde, mais propriamente aos fisioterapeutas, aceder com maior rigor a avaliações da mobilidade articular do joelho de uma forma ativa, comparativamente à forma passiva. Tal justifica-se pelos movimentos ativos parecerem fornecer dados mais concretos sobre o grau de funcionalidade de uma articulação. Rheault e col. (1988) avaliaram a fiabilidade do teste AKF com um goniómetro universal em 20 indivíduos adultos saudáveis (15 mulheres e 5 homens), com uma média de idade igual a $24,8 \pm 5,5$ anos. Os autores identificaram um coeficiente de correlação igual a 0,87 para um intervalo de confiança 95% ($p < 0,05$). Rheault e col. (1988) concluíram que o teste AKF é fiável e pode ser utilizado pelos profissionais de saúde para avaliar a flexibilidade ativa e isolada do músculo reto femoral.

Neste estudo, com o objetivo de conhecer a diferença bilateral do AKF, aplicou-se a seguinte fórmula: membro inferior dominante - membro inferior não dominante.

3.2.3. *Passive Knee Extension (PKE) e Passive Knee Flexion (PKF)*

A amplitude passiva de movimento é a quantidade de movimento obtida pelo avaliador sem a participação do sujeito avaliado (Norkin & White, 2003). O teste PKE permite avaliar a rigidez dos músculos isquiotibiais na posição articular máxima da articulação do joelho para extensão (Bakhtiary, Fatemi, Khalili & Ghorbani, 2011) e o teste PKF permite avaliar o movimento articular máximo e passivo para flexão da articulação do joelho (Norkin & White, 2003). Gnat e col. (2010) estudaram se a avaliação por goniometria dos testes PKE e PKF, efetuada por 3 avaliadores, é ou não fiável quando aplicado em 14 indivíduos saudáveis. Os autores identificaram excelente fiabilidade para o teste PKE e boa fiabilidade para o teste PKF. O valor de coeficiente de correlação para a fiabilidade interexaminador (0,88-0,93) foi superior à fiabilidade teste-reteste do PKE (0,84-0,93) e não foram identificados coeficientes de correlação inferiores a 0,84 para o teste-reteste do PKF. Os autores concluíram que os testes PKE e PKF são fiáveis, embora o PKE seja mais fiável comparativamente ao PKF. Neste estudo, com o objetivo de conhecer a diferença bilateral do PKE e do PKF, aplicou-se a seguinte fórmula: membro inferior dominante - membro inferior não dominante.

3.2.4. *Goniómetro universal*

O goniómetro universal é o instrumento de medida mais utilizado quando se pretende avaliar a posição e o movimento de uma determinada articulação. A sua designação ‘universal’ deve-se ao facto de poder ser utilizado em praticamente todas as articulações anatómicas que constituem o corpo humano. O goniómetro universal utilizado neste estudo é composto por material de plástico, com um corpo e dois braços (um fixo e outro móvel). O tamanho de cada braço foi de 35,5 cm por ser uma medida estandardizada para medir amplitudes de movimento da articulação do joelho. Este comprimento permite um correto alinhamento desde o grande trocânter do fémur até ao côndilo lateral da tibia. A escala é composta por uma semicircunferência de amplitude 0-180° e uma segunda semicircunferência de amplitude 180°-0°.

A medição de amplitude articular (ativa e passiva) com um goniómetro universal é fiável para avaliação da amplitude articular do joelho nos testes AKE, AKF, PKE e PKF (Norris & Matthews, 2005; Rheault, Miller, Nothnagel, Straessle & Urban 1988; Norkin & White, 2003; Gnat, Kuszewski, Koczar & Dziewońska, 2010).

3.2.5. Dinamometria isocinética

Para aplicação do protocolo isocinético, recorreu-se a um sistema isocinético *Biodex – System 3* (Biodex Corp.) equipado com o *Biodex Advantage Software for Microsoft Windows 98* (Biodex Corp.). Os sinais de posição articular, momento de força e velocidade angular foram recolhidos a um ritmo de 100HZ.

O dinamómetro isocinético utilizado no presente estudo, *Biodex – System 3* (Biodex Corp.), é um sistema ativo conduzido por um servomotor e controlado através de um microprocessador. Permite utilizar os modos operacionais isocinéticos e isotónico concêntrico/excêntrico, passivo, excêntrico reativo e isométrico. Ademais, autoriza velocidades concêntricas de 0-500°.s⁻¹, com limites de momento de 0-678 N.m, e velocidades excêntricas de 0-300°.s⁻¹, com limites de momento de 0-406 N.m.

Segundo Drouin e col. (2004), o *Biodex – System 3* (Biodex Corp.) proporciona avaliações válidas e fiáveis para as medidas torque, posição e velocidade (abaixo dos 300°.s⁻¹). Para os autores supracitados, foram identificados coeficientes de correlação intraclasse de 0,99 para a posição, torque e velocidade, com oscilações entre os coeficientes de variação do erro sistemático de 0% a 3%, de 0% a 2% e de 1% a 4%, respetivamente. Para as medidas de fiabilidade destas três componentes detetou-se um coeficiente de correlação intraclasse de 0,99 entre testes realizados no mesmo dia. O erro padrão variou entre 0,45 e 0,68 para a posição, entre 0 e 0,39 para o torque e entre 10,44 e 12,89 para a velocidade. Para todas as medidas, foram verificados coeficientes de correlação intraclasse de 0,99 entre testes realizados em dois dias diferentes. O erro padrão variou entre 0,58 e 2,01 para a posição, entre 0,29 e 0,57 para o torque e entre 4,63 e 6,65 para a velocidade.

Neste estudo, foram utilizados os indicadores isocinéticos momento máximo (com e sem normalização por peso corporal), razão I/Q (convencional e funcional) e diferença bilateral. No estudo dos perfis da força dos membros inferiores em atletas e não atletas, a apreciação destes indicadores isocinéticos poderão ser particularmente relevantes, uma vez que os valores alcançados poderão estar relacionados com as exigências específicas das diferentes modalidades desportivas (atletas), comparativamente a atividades desportivas de carácter recreativo (não atletas). Pretendeu-se saber qual o valor mais elevado de momento da força gerado na articulação do joelho pela contração muscular (concêntrica e excêntrica) encontrado na amplitude de movimento testada (momento máximo). Contudo, o momento máximo é o valor absoluto expresso na unidade de medida N.m, resultante da força muscular produzida no

teste isocinético para uma determinada velocidade. Deste modo, o peso e composição corporal poderão influenciar as comparações realizadas entre sujeitos nos valores absolutos de momento máximo (Maddux, Kibler & Uhl, 1989). No presente estudo, procedeu-se à recolha de valores de momento máximo normalizados pelo peso corporal. Este valor expresso na unidade de medida $N.m.kg^{-1}$ pode ser obtido pela divisão entre o valor absoluto do momento máximo pelo peso corporal. Por sua vez, pretendeu-se também saber a relação de equilíbrio (ou desequilíbrio) entre a força dos músculos flexores e dos músculos extensores da articulação do joelho. Esta força foi medida para o modo concêntrico (razão I_{con}/Q_{con}) e para ações musculares concêntricas do *quadriceps* e excêntricas dos *isquiotibiais* simultaneamente dos grupos musculares recíprocos (razão I_{exc}/Q_{con}). A razão I_{con}/Q_{con} divide o momento máximo alcançado durante a contração concêntrica dos músculos isquiotibiais pelo momento máximo alcançado durante a contração concêntrica dos músculos *quadriceps*. Os valores normativos para a razão I_{con}/Q_{con} normalmente têm um valor compreendido entre 50 e 60% (Aagaard *et al.*, 1998; Baltzopoulos & Brodie, 1989). A razão I_{exc}/Q_{con} representativa do movimento de extensão, é determinada através da divisão do momento alcançado durante a contração excêntrica dos músculos isquiotibiais pelo momento alcançado durante a contração concêntrica dos músculos *quadriceps*, em iguais condições de velocidade angular. De acordo com o estudo de Hewett e col. (2008), à medida que a velocidade angular aumenta durante um protocolo isocinético testado em indivíduos do sexo masculino, a razão I_{exc}/Q_{con} também aumenta, aproximando-se de 100% (Aagaard, *et al.*, 1997; Aagaard, *et al.*, 1998; Hewett, *et al.*, 2008). O indicador razão I_{exc}/Q_{con} pode ser utilizado para proporcionar informação sobre a capacidade do grupo muscular isquiotibial para contrariar as forças de deslize anterior da tíbia relativamente ao fémur, induzidas pela contração máxima do grupo muscular *quadriceps* (Aagaard *et al.*, 1998; Aagaard, Simonsen, Trolle, Bangsbo & Klausen, 1995). A literatura aponta para maior número de lesões do ligamento cruzado anterior comparativamente ao ligamento cruzado posterior (Colvin & Meislin, 2009; Paletta & Warren, 1994). Deste modo, decidiu-se calcular a razão I/Q funcional representativa do movimento de extensão. Pretendeu-se saber ainda a relação de equilíbrio entre os momentos produzidos pelos grupos musculares homólogos, *quadriceps* e isquiotibiais. Na comparação bilateral é normalmente assumida como regra a simetria. Para o efeito, o membro dominante foi considerado como o membro de referência. Para cálculo da diferença bilateral de força, a fórmula utilizada foi: $100 - (ND / D * 100)$ (Gonçalves, 2004).

3.2.6. Hop-tests

A avaliação dos *hop tests* permitem avaliar a *performance* funcional dos membros inferiores em indivíduos aparentemente saudáveis através da capacidade de salto horizontal unipodal. Os quatro testes utilizados foram 1) SHTD; 2) THTD; 3) CHTD; e 4) SixHTT. A unidade de medida para o SHTD, THTD e CHTD é centímetros (cm) e para o SixHTT é segundos (s).

Bolgia & Keskula (1997) estudaram a fiabilidade dos testes SHTD, THTD, CHTD e SixHTT em 20 indivíduos saudáveis (5 homens e 15 mulheres; idade: $24,5 \pm 4,2$ anos; estatura: $170,0 \pm 10,0$ cm; peso: $65,4 \pm 15,8$ kg). Um avaliador mediu a *performance* de cada indivíduo utilizando um protocolo estandardizado e voltou a avaliar da mesma forma 48 horas depois. A ordem da aplicação dos testes foi randomizada. Os autores identificaram coeficientes de correlação intraclasse iguais a 0,96, 0,95 e 0,96 e o erro padrão de medição foi 4,56 cm, 15,44 cm e 5,95 cm, para o SHTD, THTD e CHTD respetivamente. O SixHTT apresentou um coeficiente de correlação intraclasse de 0,66 e um erro padrão de medição de 0,13 segundos. O pequeno valor de erro padrão de medição provou que a inconsistência de medida seria aceitável para um intervalo curto. As medidas repetidas de análise de variância não revelaram diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os *scores* individuais, com exceção do SHTD (em que houve efeito de aprendizagem, contrariamente aos outros testes). Os autores concluíram que os testes SHTD, THTD, CHTD e SixHTT adotados pelos profissionais de saúde, são fiáveis para avaliação da *performance* funcional dos membros inferiores.

O ISMI, é o critério mais utilizado para perceber se o resultado do *hop test* avaliado é, ou não, normal. O ISMI representa a distância ou tempo, cujo resultado final é expresso em percentagem. Para cálculo do ISMI, admitiu-se que o membro inferior dominante seria o membro de referência. Os valores normais do ISMI estão reportados para valores iguais ou superiores a 85% para indivíduos saudáveis (Fitzgerald, *et al.*, 2001; Noyes, *et al.*, 1991).

3.2.7. Knee and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)

O instrumento de medida KOOS permite medir o estado de saúde relacionado com o joelho e seus problemas associados em indivíduos jovens, adultos ou idosos. É um questionário autoadministrável, com um tempo médio de preenchimento de 10 minutos, e pode ser aplicado para a ocorrência de lesões no joelho, após curto ou longo espaço de tempo pós lesão. Roos & Lohmander (2003) admitem que o KOOS é um instrumento de medida útil, válido, fiável e com boa capacidade de resposta no acesso à opinião pessoal de indivíduos com osteoartrite avançada do joelho, mas que pode também ser utilizado em indivíduos

jovens saudáveis que desempenham atividade física. O questionário KOOS é composto por 42 itens distribuídos em 5 dimensões: dor (9 itens), sintomas (7 itens), atividades da vida diária (17 itens), atividades desportivas e de lazer (5 itens) e qualidade de vida (4 itens). É utilizada uma escala de Likert, onde todos os itens têm 5 possibilidades de resposta desde 0 (sem problemas) a 4 (problemas extremos). Cada um destes *scores* é somado aos restantes itens. Os *scores* são transformados para uma escala de 0 - 100, com o 0 a representar problemas extremos do joelho e 100 a representar a ausência de problemas no joelho. Os valores da escala são expressos em percentagem.

De modo a dar resposta às características específicas do estado de saúde da articulação do joelho para a população portuguesa, foi desenvolvido o instrumento de medida KOOS devidamente traduzido e adaptado (Gonçalves, Cabri, Pinheiro & Ferreira, 2009). Os autores identificaram um alfa de *Cronbach* situado entre 0,77 e 0,95 enquanto o coeficiente de correlação intraclasse situou-se entre 0,82 e 0,94 para as subescalas do KOOS. A validade de constructo foi suportada pela confirmação de 6 das 7 hipóteses pré-definidas que envolviam correlações expectáveis entre as subescalas do KOOS: subescalas do SF-36 e escala visual analógica. No presente estudo, foi utilizado este instrumento de medida devidamente validado, traduzido e adaptado para a população portuguesa.

3.2.8. Escala de atividade Tegner

A escala de atividade *Tegner* foi desenvolvida para aceder ao nível de atividade física relacionada com o joelho. É uma escala numérica que varia entre os níveis 1 a 10. O valor 1 refere-se à atividade física menos exigente, e 10 à mais exigente (Tegner & Lysolm, 1985). Esta escala foi administrada de acordo com os autores, ou seja, dependendo do nível de atividade física praticada, todos os sujeitos avaliados foram enquadrados nos níveis da escala de atividade *Tegner*.

3.2.9. *Procedimentos de testagem*

O protocolo de teste decorreu no laboratório de Biomecânica da Escola Superior Tecnologia da Saúde de Coimbra (ESTESC), entre os meses de março a maio de 2012.

Foi utilizada luminosidade natural e temperatura ambiente controlada (22° centígrados). Todos os testes foram realizados por um fisioterapeuta, entre as 9 e as 17 horas.

Cada participante deslocou-se uma vez à ESTESC. Antes das provas, foram novamente explicados os objetivos, procedimentos e finalidades da experiência (a carta de explicação e consentimento informado foram previamente fornecidos). Foram ainda recolhidos os dados relativos às características dos participantes e solicitado o preenchimento do instrumento de medida KOOS.

Para a realização do protocolo de avaliação, os sujeitos foram instruídos a não realizar exercício físico no dia anterior nem no próprio dia da avaliação. Deveriam também apresentar-se com um vestuário adequado para a prática desportiva, vestindo uma *t-shirt*, calções e sapatilhas.

3.2.10. *Procedimentos adotados para a medição das amplitudes de mobilidade articular dos testes AKE e AKF*

Para avaliar a flexibilidade dos grupos musculares ísquiotalar e reto femoral, aplicaram-se dois testes: *Active Knee Extension* (AKE) e *Active Knee Flexion* (AKF), respetivamente. Para a realização destes testes, os sujeitos relaxaram em decúbito dorsal numa marquesa durante cinco minutos, vestindo apenas uma peça de vestuário – calções.

A posição inicial de teste para o AKE começou com o indivíduo em decúbito dorsal na marquesa de avaliação, com o MI contra lateral ao testado, estendido e estabilizado na região anterior da coxa com uma cinta de estabilização (disposta na horizontal), regulável em comprimento. Foi utilizada uma segunda cinta de estabilização com o objetivo de fixar a pélvis, também disposta na horizontal, a qual entrava em contato com as duas espinhas ilíacas antero-superiores.

Foi desenhada uma primeira linha horizontal a preto entre o grande trocânter do fémur e o maléolo lateral do fémur, e uma segunda linha entre a cabeça do perónio e o maléolo lateral da tíbia. Com a ajuda do sujeito, a anca foi flexionada a 90° (ângulo formado entre o fémur e a linha média da pélvis), e confirmada com o goniómetro universal. Posteriormente à confirmação desta amplitude colocou-se o braço fixo do goniómetro na primeira linha,

enquanto o braço móvel ficou disposto na segunda linha. O centro do goniómetro foi colocado no eixo de movimento da articulação femoro-tibial.

De modo a estabelecer uma amplitude de movimento real a 90° da flexão da anca, construiu-se um acessório em alumínio semelhante ao desenvolvido por Gajdosik e Lusin (1983). Este simples acessório, mas com elevada utilidade, foi composto por quatro pés fixos a quatro pesos de 4 quilogramas cada, bem como por duas barras verticais e duas barras horizontais. A barra superior horizontal entrava em contacto com as duas barras verticais, formando um retângulo regulável em altura. Desta forma, quando o indivíduo flexionava a anca, a região anterior da coxa batia na barra horizontal superior do acessório. Por conseguinte, o ângulo formado entre a coxa e a linha média do tronco teria de ser obrigatoriamente 90°. Com a pélvis estabilizada nesta amplitude e o tornozelo relaxado em flexão plantar (evitando o alongamento do tríceps sural), o sujeito estendia ativamente o *quadriceps* (sem exercer movimentos de extensão rápidos, forçados e sem dor), enquanto mantinha o contacto da coxa com a barra superior horizontal. Consequente ao esforço desenvolvido no movimento de extensão do joelho, pode-se visualizar um mioclónus com contração e relaxamento do *quadriceps* femoral. Nestes casos, o indivíduo é instruído a realizar ligeira flexão do joelho até o mioclónus desaparecer. Este momento é considerado o momento final de amplitude de movimento, no qual se registou o seu grau de amplitude de flexão do joelho. Foram realizadas três repetições para cada membro inferior e o *score* final foi a média das três repetições. É importante referir que o *score* final ideal tende para 0 (quanto menor o valor, maior é a amplitude de movimento registada).

Para o teste AKF, a posição inicial de teste começou em decúbito ventral na marquesa de avaliação. Os dois pés estiveram fora da marquesa e as duas ancas fixas por uma cinta de estabilização disposta na horizontal, evitando compensações não desejáveis desta zona anatómica ou do próprio tronco. As referências anatómicas para colocação dos braços do goniómetro e respetivo fulcro foram iguais ao teste anterior. Com a anca estabilizada bilateralmente, incentivou-se a flexão lenta do joelho com flexão plantar, até que o sujeito experienciasse o início de resistência. Quando o final do movimento foi alcançado, registou-se a amplitude de flexão do joelho. Concretizaram-se três repetições para cada membro inferior e o *score* final foi a média das três repetições. O *score* final ideal afasta-se de 0 (quanto maior o valor, maior é a amplitude de movimento registada).

3.2.11. Procedimentos adotados para a medição das amplitudes de movimento articular dos testes PKF e PKE

No movimento de flexão passiva do joelho, a posição inicial de teste começou com o sujeito em decúbito dorsal, a 0° de extensão, abdução e adução da anca. Foi colocada uma toalha debaixo do calcâneo, permitindo que o joelho estendesse o máximo possível. As linhas de referência “grande trocânter-fêmur-tíbia”, anteriormente descritas, foram também utilizadas como referência, para este procedimento metodológico. O movimento de teste consistiu: com a mão cefálica do avaliador, a região anterior da coxa é estabilizada juntamente com o braço fixo do goniómetro, levando-se de seguida a anca até aproximadamente 90° de flexão (para este teste, também se empregou o instrumento utilizado na avaliação do AKE). A mão caudal fixou a região anterior da tíbia junto com o braço móvel do goniómetro, levando até ao máximo de flexão da articulação do joelho. O final de amplitude de movimento foi registado nesse instante. O *score* final ideal afasta-se de 0 (quanto maior o valor, maior é a amplitude de movimento registada).

Para medição da amplitude de extensão passiva da articulação do joelho, a posição inicial de teste foi igual à anterior. A medição de amplitude articular consistiu em verificar se o indivíduo apresentava hiperextensão (resultado positivo), flexão do joelho (resultado negativo - flexum), ou 0° de extensão da articulação do joelho. Nestes dois testes, não houve qualquer participação ativa do indivíduo.

3.2.12. Procedimentos adotados para a aplicação das provas isocinéticas

O protocolo isocinético foi efetuado bilateralmente para ambos os membros inferiores. Foi identificado o membro inferior dominante de cada indivíduo, com base na referência da perna usualmente utilizada para o remate de uma bola (Siqueira, *et al.*, 2002).

De seguida, foi realizado um ligeiro aquecimento em ciclo-ergómetro modelo *Monark* durante 5 minutos a roda livre (sem resistência). Posteriormente, os indivíduos sentaram-se na cadeira do dinamómetro isocinético *Biodex – System 3*, com uma inclinação de 85°. O tronco foi estabilizado com duas faixas de velcro, cruzadas e dispostas na diagonal, enquanto a região anterior e distal da coxa foi estabilizada por uma terceira faixa de velcro horizontal.

O eixo de rotação do dinamómetro foi alinhado com o epicôndilo lateral do fémur e a zona distal da perna ficou fixa à almofada do braço de alavanca 5 centímetros acima do maléolo medial da tíbia. A articulação tíbio-társica não foi fixada, mas apenas estabilizada por uma faixa de velcro.

Foram realizados movimentos passivos da articulação de forma a verificar se o sujeito se apresentava estável e confortável. A amplitude de teste de movimento foi verificada. Para tal, pediu-se ao participante que realizasse ativamente extensão do joelho, de forma a determinar o grau 0 de extensão desta articulação. No momento seguinte, pediu-se que relaxasse a articulação do joelho e o avaliador realizou o movimento de flexão passiva no sujeito até determinar os 90° de flexão. No final, realizou-se a correção da componente gravítica.

Foi efetuado um protocolo isocinético semelhante ao de Probst e col. (2007), também aplicado a um grupo de atletas de artes marciais (karate) e indivíduos fisicamente ativos. O participante foi instruído a realizar uma série de 3 contrações sub-máximas para o movimento concêntrico de extensão e flexão da articulação do joelho à velocidade angular constante de 60°s^{-1} e uma segunda série igual à anterior, mas à velocidade 180°s^{-1} . Após um minuto de descanso, o sujeito realizou 5 contrações máximas concêntricamente para extensão e flexão da articulação do joelho para as duas velocidades supracitadas, com um minuto de descanso entre cada uma. Adotou-se o mesmo método para o tipo de contração excêntrica para extensão e flexão da articulação do joelho. Previamente ao início de cada série, o indivíduo foi instruído a cruzar os dois braços junto a si, sendo estimulado com o comando verbal: “três,dois,um, JÁ”.

Os sinais de posição articular, momento da força e velocidade angular recolhidos pelo dinamómetro isocinético *Biodex – System 3 (Biodex Corp.)* foram analisados com a ajuda do software *Biodex Advantage Software* para o cálculo dos momentos da força. Todos os momentos da força foram previamente corrigidos para o efeito da gravidade.

3.2.13. Procedimentos adotados para a aplicação dos hop tests

Foram realizados 4 testes funcionais em salto horizontal unipodal: 1) *single hop* para distância - SHTD, 2) *triple hop* para distância - THTD, 3) *crossover* para distância - CHTD e 4) *timed hop* para tempo - SixHTT, para cada membro inferior. A avaliação dos *hop tests* tem por base o estudo de Noyes e col. (1991). Todavia, estes testes foram executados aleatoriamente entre si e de forma randomizada para cada membro inferior testado (lado direito e esquerdo) (Bolgla & Keskula, 1997). Estudos apontam para a necessidade de se realizar um aquecimento prévio antes da execução dos *hop tests* (Ross, et al., 2002), ao passo que outros defendem que não se deve fazê-lo (Reid, et al., 2007). No presente estudo, optou-se por não concretizar aquecimento antes da execução dos *hop tests*, uma vez que seria maior a probabilidade de se atingir um estado de fadiga dos membros inferiores dos participantes. Por outro lado, antes da

avaliação dos *hop tests*, efetuou-se avaliação por dinamometria isocinética. Normalmente, é possível observar que a exigência física da articulação do joelho para a realização da dinamometria isocinética é elevada, logo, os resultados obtidos nos *hop tests* poderiam sofrer alterações. Sendo assim, foi estabelecido um período de descanso máximo de 12 minutos, previamente à realização dos *hop tests*.

Em todos os quatro testes foi utilizada uma fita métrica de seis metros fixa ao chão, com uma fita adesiva de comprimento igual a 15 cm disposta na horizontal, determinando assim a posição inicial de partida.

Para o *SHTD*, cada sujeito começou com o membro inferior esquerdo ou direito (randomização dos membros inferiores) na posição de origem e foi incentivado a saltar a máxima distância possível em apenas um salto unipodal horizontal, sem apoio no chão do membro contralateral. A medida foi registada da posição 0 até à zona posterior do calcanhar, após o salto.

A execução e medição do *THTD* foi semelhante à do *SHTD*, exceto no número de saltos efetuados: enquanto no *SHTD* foi realizado apenas um salto, no *THTD* foram realizados três saltos consecutivos, sempre com a mesma perna. Os indivíduos iniciaram o teste com um membro inferior aleatório em contacto com o chão (randomizados) e foram instruídos a percorrer a máxima distância possível. Por seu turno, o *SixHTT* consistiu em percorrer no mínimo espaço de tempo, seis metros através de saltos horizontais unipodais. Os sujeitos começaram com o pé de um membro inferior (randomizado) na linha de partida. Aquando a indicação do investigador («1, 2, 3, JÁ!») e no exato momento em que o indivíduo levantou o calcanhar do chão, iniciou-se a contagem cronometrada (até à centésima de segundo). O participante teve de percorrer seis metros à máxima velocidade, com apenas um membro inferior em contacto no chão. A prova terminou quando a zona posterior do calcanhar atingiu a linha final - seis metros.

No *CHTD*, o sujeito começou com o pé de um membro inferior (randomizado) em contacto com o chão. O teste consistiu em percorrer a máxima distância possível através da execução de três saltos consecutivos com o mesmo membro inferior, onde o indivíduo devia cruzar a linha três vezes durante o teste. Caso o indivíduo comesse com o membro inferior esquerdo, foi instruído a iniciar o salto do lado esquerdo, onde realizou o salto para o lado direito, seguido para o lado esquerdo e por fim, novamente para o lado direito. Cada sujeito começou com o pé alinhado na posição 0. A pontuação final (distância percorrida) foi obtida desde a origem até à zona posterior do calcanhar, após o terceiro salto.

Para cada teste e cada membro inferior, os participantes realizaram três tentativas experimentais (não foram contabilizadas para efeitos de recolha de dados) para se familiarizar com o movimento a ser executado. Após as três tentativas, foi tomada em consideração as duas repetições seguintes, se executadas com sucesso. Para tal, o indivíduo após realizar o salto, teve de se manter na mesma posição durante dois segundos. O resultado final foi a média das duas repetições após as tentativas experimentais, para cada membro em cada teste. O teste não seria validado para aquele que: tocasse com o membro contra lateral no chão, perdesse o equilíbrio ou utilizasse outro tipo de compensações que não deveriam ser executadas. Nestes casos, os indivíduos foram encorajados a realizar novamente o teste (neste estudo, não foram necessárias mais do que duas tentativas para o mesmo indivíduo).

Para minimizar a fadiga, os indivíduos descansaram um tempo mínimo de dois minutos entre cada teste e tiveram igualmente um descanso de 30 segundos entre cada repetição (Reid, *et al.*, 2007). Durante a execução dos testes, os membros superiores estiveram livres, permitindo total mobilidade. Os participantes não receberam encorajamento verbal durante esta etapa. Foram necessários 10 a 20 minutos para a execução dos quatro testes para cada sujeito.

Em todos os *hop tests*, o ISMI foi calculado para saber a diferença na capacidade de salto entre os dois membros inferiores. No presente estudo, utilizou-se o procedimento adotado por Noyes e col. (1991). Nos testes funcionais para distância (SHTD; THTD; CHTD) a fórmula utilizada foi: (membro inferior não dominante/membro inferior dominante) * 100. Já a fórmula utilizada para o cálculo do teste funcional para o tempo (SixHTT) foi: (membro inferior dominante / membro inferior não dominante) * 100.

3.2.14. Procedimentos adotados para a aplicação do questionário KOOS

Após avaliação por dinamometria isocinética e previamente à realização dos *hop tests*, os participantes foram instruídos a preencher o instrumento de medida KOOS e ficha de caracterização pessoal, sentados numa cadeira, num limite máximo de 12 minutos. De modo a não sobrecarregar o desempenho físico da articulação do joelho com vários testes físicos consecutivos, foi lhes dada a oportunidade de descanso nesse intervalo de tempo.

3.3. Análises estatísticas

Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do *software Statistical Package for the Social Sciences version 18.0 for Windows (SPSS Inc.)*. Realizou-se o teste *Kolmogorov–Smirnov* para verificar se os dois grupos apresentavam uma distribuição normal das variáveis avaliadas. O teste de *Kolmogorov–Smirnov* revelou que os dados apresentavam uma distribuição normal ($p > 0,05$). Por esse motivo, foram utilizados testes estatísticos paramétricos. Para descrição das variáveis em estudo foram utilizadas medidas de tendência central (média) e de dispersão (desvio padrão), assim como frequências e percentagens. Para a comparação de médias foi utilizado o teste *t student* para amostras independentes, de modo a comparar os dois grupos do estudo quanto às pontuações de movimento articular, força muscular, função física e estado de saúde relacionado com o joelho. Para a comparação de resultados entre membro dominante e não dominante, recorreu-se ao teste *t de student* para amostras emparelhadas. Para se comparar dois grupos pequenos e independentes (taekwondistas e indivíduos fisicamente ativos), realizou-se o teste exato de *Fisher* com o objetivo de determinar a probabilidade exata da ocorrência de uma frequência observada (membro dominante). O nível de significância foi estabelecido em 5%.

4. RESULTADOS

4.1. Características dos participantes

Os resultados do teste *Kolmogorov–Smirnov* comprovaram a existência de distribuição normal das variáveis.

A amostra total do presente estudo foi constituída por 36 participantes (idade: $26,1 \pm 5,5$ anos; peso: $73,0 \pm 10,8$ kg; estatura: $174,4 \pm 6,7$ cm; IMC: $24,0 \pm 2,9$ kg/m²). Esta amostra foi integrada por 18 taekwondistas (idade: $26,2 \pm 6,2$ anos; peso: $77,6 \pm 11,1$ kg; estatura: $175,7 \pm 5,8$ cm; IMC: $25,1 \pm 3,0$ kg/m²) e por 18 indivíduos fisicamente ativos (idade: $26,0 \pm 5,0$ anos; peso: $68,4 \pm 8,6$ kg; estatura: $173,1 \pm 7,4$ cm; IMC: $22,8 \pm 2,5$ kg/m²) do sexo masculino e de raça caucasiana (Tabela 1). Observaram-se diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) entre estes dois grupos para as variáveis peso ($p = 0,008$) e IMC ($p = 0,017$). Os taekwondistas revelaram-se significativamente mais pesados e apresentaram valores de IMC significativamente mais elevados, comparativamente aos indivíduos fisicamente ativos.

Tabela 1 - Idade, peso, estatura e IMC dos participantes (N = 36).

	Amostra total (N = 36)	Taekwondistas (N = 18)	Indivíduos fisicamente ativos (N = 18)	<i>p</i>
Idade (anos)	$26,1 \pm 5,5$	$26,2 \pm 6,2$	$26,0 \pm 5,0$	0,906
Peso (kg)	$73,0 \pm 10,8$	$77,6 \pm 11,1$	$68,4 \pm 8,6$	0,008
Estatura (cm)	$174,4 \pm 6,7$	$175,7 \pm 5,8$	$173,1 \pm 7,4$	0,249
IMC (kg/m²)	$24,0 \pm 2,9$	$25,1 \pm 3,0$	$22,8 \pm 2,5$	0,017

Variáveis contínuas: média \pm desvio padrão.

Comparações: teste t de *Student* para amostras independentes. Diferenças significativas: $p < 0,05$.

Dentre os 36 sujeitos avaliados no presente estudo, 29 identificaram o membro inferior direito como o dominante. Os restantes 7 indivíduos identificaram o membro inferior esquerdo como o dominante. Dentre estes, 12 taekwondistas e 17 indivíduos fisicamente ativos referiram que o seu membro inferior dominante era o direito, enquanto 6 taekwondistas e 1 indivíduo fisicamente ativo referiram que o seu membro inferior dominante era o esquerdo.

De acordo com o teste exato de *Fisher*, os dois grupos (taekwondistas e indivíduos fisicamente ativos) foram estatisticamente diferentes entre si ($p = 0,044$) para a distribuição do membro inferior dominante (Tabela 2).

Tabela 2 - Membro inferior dominante dos participantes

	Amostra total (N = 36)	Taekwondistas (N = 18)	Indivíduos fisicamente ativos (N = 18)	<i>p</i>
Membro inferior dominante esquerdo	7	6	1	0,044
Membro inferior dominante direito	29	12	17	

Comparação: teste exato de Fisher. Diferenças significativas: $p < 0,05$.

Para a amostra total, a média de anos de prática de atividade física foi de $7,1 \pm 5,3$ anos, com um volume semanal de $3,1 \pm 1,5$ sessões/semana e uma duração média de $1,7 \pm 0,8$ horas por cada sessão. Em média, os taekwondistas praticavam a modalidade desportiva há $8,4 \pm 6,1$ anos, tinham $3,5 \pm 1,8$ treinos por semana e despendiam $1,7 \pm 0,6$ horas por cada treino. Já os indivíduos fisicamente ativos praticavam a sua atividade física meramente recreativa há $5,7 \pm 4,1$ anos, $2,6 \pm 1,1$ vezes por semana e $1,8 \pm 1,0$ horas por cada sessão (Tabela 3).

Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre estes dois grupos para as variáveis anos de prática, volume semanal de prática e duração média de cada sessão de prática.

Tabela 3 – Anos de prática, volume semanal de prática e duração média de cada sessão de prática dos participantes.

	Amostra total (N = 36)	Taekwondistas (N = 18)	Indivíduos fisicamente ativos (N = 18)	<i>p</i>
Anos de prática (anos)	$7,1 \pm 5,3$	$8,4 \pm 6,1$	$5,7 \pm 4,1$	0,124
Volume semanal de prática (sessões/semana)	$3,1 \pm 1,5$	$3,5 \pm 1,8$	$2,6 \pm 1,1$	0,081
Duração média de cada sessão de prática (horas)	$1,7 \pm 0,8$	$1,7 \pm 0,6$	$1,8 \pm 1,0$	0,679

Variáveis contínuas: média \pm desvio padrão.

Comparações: teste t de Student para amostras independentes. Diferenças significativas: $p \leq 0,05$.

Face à graduação específica dos taekwondistas durante a sua prática desportiva, incluíram a amostra deste estudo 6 cinturões pretos (33%), 4 vermelhos (22,2%), 5 azuis (27,7%), 2 amarelos (11,1%) e 1 branco (5,5%). Na tabela 4 a graduação está ordenada desde os mais experientes (cinto preto) até aos menos experientes (cinto branco).

Tabela 4 - Graduação por cor de cinto dos taekwondistas.

Graduação por cor de cinto	Frequência (N)	Percentagem (%)
Preto	6	33,3
Vermelho	4	22,2
Azul	5	27,7
Amarelo	2	11,1
Branco	1	5,5
Total	18	100

Os indivíduos fisicamente ativos realizavam 8 atividades desportivas de caráter recreativo diferentes: 6 “ciclismo” (33,3%), 4 “futebol” (22,2%), 3 “corrida” (16,7%), 1 “musculação” (5,5%), 1 “natação” (5,5%), 1 “rugby” (5,5%), 1 “ténis” (5,5%) e 1 “body board” (5,5%) (Tabela 5).

Tabela 5 - Atividades desportivas de caráter recreativo praticadas pelos indivíduos fisicamente ativos.

Atividade praticada	Indivíduos fisicamente ativos (N)	Percentagem (%)
Ciclismo	6	33,3
Futebol	4	22,2
Corrida	3	16,7
Musculação	1	5,5
Natação	1	5,5
Rugby	1	5,5
Ténis	1	5,5
Body board	1	5,5
Total	18	100

O número de taekwondistas que informou ter participado em eventos nacionais foi quatro, e destes quatro atletas, apenas um referiu ter participado em eventos internacionais. Por sua vez, apenas o atleta que participou em eventos internacionais admitiu implementar estratégias para o controlo do peso.

4.2. Perfil bilateral de movimento articular, força muscular, função física e estado de saúde relacionado com a articulação do joelho

A amostra total constituída pelos 36 sujeitos apresentou uma média de $16,4 \pm 11,0^\circ$ e $16,3 \pm 10,3^\circ$ no teste AKE para os membros inferiores dominantes e não dominantes, respetivamente. No teste AKF os resultados obtidos foram $124,3 \pm 6,9^\circ$ e $122,3 \pm 6,1^\circ$, no teste PKE os resultados foram $0,28 \pm 2,0^\circ$ e $1,03 \pm 2,3^\circ$ e no teste PKF os resultados foram $139,1 \pm 4,9^\circ$ e

138,5 ± 4,4° para os membros inferiores dominantes e não dominantes, respetivamente. Os valores de diferença bilateral (N = 36) para os testes AKE, AKF, PKE e PKF foram 0,0 ± 4,6°; 2,1 ± 5,0°; -0,8 ± 1,2°; e 0,7 ± 3,0°, respetivamente.

Os resultados do teste AKE revelaram diferenças estatisticamente significativas entre taekwondistas e indivíduos fisicamente ativos para o membro dominante ($p = 0,000$) e para o membro não dominante ($p = 0,001$). Neste caso, o membro dominante dos taekwondistas apresentou um valor médio de 10,3 ± 6,5° de flexão e o membro não dominante um valor médio de 10,8 ± 7,6° de flexão da articulação do joelho. Já no grupo dos indivíduos fisicamente ativos, o valor foi superior tanto para o membro dominante como para o membro não dominante (22,5 ± 11,3° e 22,5 ± 11,3° respetivamente), o que evidencia menor flexibilidade bilateral do grupo muscular isquiotibial nestes últimos.

Os valores médios dos testes AKF, PKE e PKF, assim como as diferenças bilaterais dos testes AKE, AKF, PKE e PKF, não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre grupos ($p > 0,05$) (Tabela 6).

Tabela 6 - Movimento articular registado por goniometria na articulação do joelho bilateralmente para os testes AKE, AKF, PKE e PKF (°) e suas diferenças bilaterais (°).

	Amostra total (N = 36)	Taekwondistas (N = 18)	Indivíduos fisicamente ativos (N = 18)	P
AKE D (°)	16,4 ± 11,0	10,3 ± 6,5	22,5 ± 11,3	0,000*
AKE ND (°)	16,3 ± 10,3	10,8 ± 7,6	21,7 ± 10,0	0,001*
AKF D (°)	124,3 ± 6,9	124,6 ± 8,2	123,9 ± 5,5	0,765
AKF ND (°)	122,3 ± 6,1	123,3 ± 6,8	121,3 ± 5,4	0,336
PKE D (°)	0,3 ± 2,0	0,6 ± 1,8	0,0 ± 2,2	0,411
PKE ND (°)	1,0 ± 2,3	1,1 ± 2,3	1,0 ± 2,5	0,945
PKF D (°)	139,1 ± 4,9	139,2 ± 5,8	139,1 ± 3,8	0,964
PKF ND (°)	138,5 ± 4,4	138,2 ± 5,1	138,9 ± 3,8	0,666
≠ bilat. AKE (°)	0,0 ± 4,6	0,6 ± 4,4	-0,7 ± 4,9	0,413
≠ bilat. AKF (°)	2,1 ± 5,0	1,4 ± 4,9	2,7 ± 5,2	0,454
≠ bilat. PKE (°)	-0,8 ± 1,2	-0,5 ± 1,3	-1,0 ± 1,1	0,218
≠ bilat. PKF (°)	0,7 ± 3,0	1,0 ± 3,4	0,4 ± 2,6	0,547

No AKE um *score* de 0° corresponde à extensão completa do joelho, um *score* positivo corresponde a uma posição de flexão e um *score* negativo corresponde a uma posição de hiperextensão. Nos AKF e PKF os *scores* correspondem à flexão disponível. No PKE um *score* de 0° corresponde à extensão completa do joelho, um *score* positivo corresponde a uma posição de hiperextensão e um *score* negativo corresponde a uma posição de flexão.

AKE = *active knee extension*; AKF = *active knee flexion*; PKE = *passive knee extension*; PKF = *passive knee flexion*; ≠ bilat. = diferença bilateral; D = dominante; ND = não dominante.

Variáveis contínuas: média ± desvio padrão.

Comparações: teste t de Student para amostras independentes. Diferenças significativas: $p < 0,05$.

Os valores de momento máximo obtidos na amostra total para o movimento isocinético de extensão da articulação do joelho, em modo concêntrico e à velocidade de $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ foram $201,7 \pm 33,9$ N.m e $203,5 \pm 32,8$ N.m. Quando à velocidade de $180^{\circ}\cdot s^{-1}$, os resultados foram $139,3 \pm 24,0$ N.m e $142,5 \pm 28,4$ N.m. Para o movimento isocinético de flexão concêntrica à velocidade de $60^{\circ}\cdot s^{-1}$, os valores obtidos foram $121,1 \pm 23,6$ N.m e $115,0 \pm 22,7$ N.m e à velocidade de $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ foram $94,2 \pm 17,2$ N.m e $90,3 \pm 16,6$ N.m. Para os movimentos isocinéticos de flexão da articulação do joelho, desta vez em modo de contração excêntrica pelos grupos musculares extensores à velocidade de $60^{\circ}\cdot s^{-1}$, os resultados foram $260,5 \pm 56,3$ N.m e $247,8 \pm 55,5$ N.m e à velocidade de $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ foram $238,7 \pm 54,6$ N.m e $230,6 \pm 62,3$ N.m. Já no movimento isocinético para extensão dos grupos musculares flexores em modo excêntrico à velocidade de $60^{\circ}\cdot s^{-1}$, os resultados obtidos foram $180,5 \pm 37,5$ N.m e $174,7 \pm 38,4$ N.m e à velocidade de $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ foram $173,2 \pm 38,4$ N.m e $168,2 \pm 41,2$ N.m. Todos estes resultados têm em conta os membros inferiores dominante e não dominante, respetivamente.

A razão convencional I_{con}/Q_{con} à velocidade de $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ dos 36 sujeitos foi $60,3 \pm 8,2\%$ e $56,7 \pm 7,7\%$ e à velocidade de $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ foi $68,1 \pm 9,4\%$ e $64,2 \pm 10,2\%$ para os membros dominante e não dominante respetivamente. Já o resultado da razão funcional I_{exc}/Q_{con} à velocidade de $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ foi $90,3 \pm 17,1\%$ e $86,0 \pm 13,6\%$ e à velocidade de $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ foi $125,5 \pm 25,5\%$ e $119,5 \pm 25,3\%$, para os membros dominante e não dominante, respetivamente.

O valor médio das diferenças bilaterais do total da amostra dos grupos musculares extensores em modo concêntrico à velocidade de $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ foi $-1,5 \pm 10,6\%$ e à velocidade de $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ foi $-2,4 \pm 10,1\%$. Nos grupos musculares flexores também em modo concêntrico, os valores médios à velocidade de $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ foram $3,9 \pm 14,5\%$ e à velocidade $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ foram $3,5 \pm 10,9\%$. Nas contrações em modo excêntrico dos grupos musculares extensores, os valores médios foram $3,9 \pm 14,1\%$ à velocidade de $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ e $2,3 \pm 20,5\%$ à velocidade de $180^{\circ}\cdot s^{-1}$. Por fim, o valor médio das diferenças bilaterais dos grupos musculares flexores em modo excêntrico foram $2,2 \pm 15,5\%$ à velocidade de $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ e $2,3 \pm 12,7\%$ à velocidade de $180^{\circ}\cdot s^{-1}$.

Os valores de momento máximo obtidos nos taekwondistas foram estatisticamente superiores ($p < 0,05$) em quase todos os movimentos isocinéticos avaliados. De facto, os resultados foram estatisticamente diferentes para os movimentos isocinéticos (bilateralmente da articulação do joelho) de extensão concêntrica a $60^{\circ}\cdot s^{-1}$, flexão concêntrica a $180^{\circ}\cdot s^{-1}$, extensão excêntrica a $60^{\circ}\cdot s^{-1}$, flexão excêntrica a $60^{\circ}\cdot s^{-1}$, extensão excêntrica a $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ e flexão excêntrica a $180^{\circ}\cdot s^{-1}$. Já nos movimentos isocinéticos de flexão concêntrica a $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ e extensão concêntrica a $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ também foram observados resultados estatisticamente superiores nos taekwondistas, mas apenas nos membros inferiores não dominantes. Nos

membros inferiores dominantes dos dois movimentos isocinéticos supracitados, os taekwondistas continuaram a apresentar força superior em comparação aos indivíduos fisicamente ativos, mas sem diferenças significativas ($p > 0,05$).

O valor médio de razão I/Q não foi estatisticamente diferente entre taekwondistas e indivíduos fisicamente ativos, exceto a razão $I_{exc}/Q_{con} 60^\circ \cdot s^{-1}$ do membro não dominante ($90,9 \pm 13,5\%$ vs. $81,1 \pm 12,2\%$ respectivamente; $p = 0,028$). Nas restantes razões avaliadas e embora sem diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$), os taekwondistas apresentaram razões superiores aos indivíduos fisicamente ativos (com exceção da razão $I_{con}/Q_{con} 60^\circ \cdot s^{-1}$ para o membro dominante).

O valor médio das diferenças bilaterais de força obtidos pelos grupos musculares responsáveis pelos movimentos de extensão e flexão (à velocidade de $60^\circ \cdot s^{-1}$ em modos concêntrico e excêntrico) e pelos grupos musculares responsáveis pelos movimentos de extensão e flexão (à velocidade de $180^\circ \cdot s^{-1}$ em modos concêntrico e excêntrico) também não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos ($p > 0,05$).

Tabela 7 - Força muscular exercida pelos músculos flexores e extensores da articulação do joelho nos modos concêntrico e excêntrico às velocidades de $60^\circ \cdot s^{-1}$ e $180^\circ \cdot s^{-1}$ bilateralmente, razão I/Q convencional e funcional (%) e diferenças bilaterais (%).

	Amostra total (N = 36)	Taekwondistas (N = 18)	Indivíduos fisicamente ativos (N = 18)	<i>p</i>
PT Ext. Con. $60^\circ \cdot s^{-1}$ D (N.m)	201,7 ± 33,9	213,2 ± 38,6	190,2 ± 24,5	0,040*
PT Ext. Con. $60^\circ \cdot s^{-1}$ ND (N.m)	203,5 ± 32,8	216,0 ± 34,0	191,0 ± 27,1	0,020*
PT Flex. Con. $60^\circ \cdot s^{-1}$ D (N.m)	121,1 ± 23,6	125,1 ± 20,7	117,0 ± 26,2	0,311
PT Flex. Con. $60^\circ \cdot s^{-1}$ ND (N.m)	115,0 ± 22,7	125,1 ± 22,5	104,9 ± 18,4	0,006*
PT Ext. Con. $180^\circ \cdot s^{-1}$ D (N.m)	139,3 ± 24,0	146,7 ± 28,6	132,0 ± 16,0	0,066
PT Ext. Con. $180^\circ \cdot s^{-1}$ ND (N.m)	142,5 ± 28,4	153,4 ± 32,1	131,6 ± 19,5	0,019*
PT Flex. Con. $180^\circ \cdot s^{-1}$ D (N.m)	94,2 ± 17,2	100,6 ± 15,4	87,9 ± 17,1	0,025*
PT Flex. Con. $180^\circ \cdot s^{-1}$ ND (N.m)	90,3 ± 16,6	97,7 ± 16,7	82,8 ± 13,1	0,005*
PT Ext. Exc. $60^\circ \cdot s^{-1}$ D (N.m)	260,5 ± 56,3	289,7 ± 47,3	231,2 ± 49,8	0,001*
PT Ext. Exc. $60^\circ \cdot s^{-1}$ ND (N.m)	247,8 ± 55,5	273,6 ± 50,4	222,0 ± 48,8	0,004*
PT Flex. Exc. $60^\circ \cdot s^{-1}$ D (N.m)	180,5 ± 37,5	197,4 ± 37,1	163,7 ± 30,2	0,005*
PT Flex. Exc. $60^\circ \cdot s^{-1}$ ND (N.m)	174,7 ± 38,4	195,5 ± 37,1	154,0 ± 27,4	0,001*
PT Ext. Exc. $180^\circ \cdot s^{-1}$ D (N.m)	238,7 ± 54,6	257,1 ± 53,4	220,4 ± 50,6	0,042*
PT Ext. Exc. $180^\circ \cdot s^{-1}$ ND (N.m)	230,6 ± 62,3	259,8 ± 53,7	201,4 ± 57,4	0,003*
PT Flex. Exc. $180^\circ \cdot s^{-1}$ D (N.m)	173,2 ± 38,4	190,6 ± 37,3	155,8 ± 31,6	0,005*
PT Flex. Exc. $180^\circ \cdot s^{-1}$ ND (N.m)	168,2 ± 41,2	187,6 ± 45,2	148,9 ± 25,6	0,003*
Razão $I_{con}/Q_{con} 60^\circ \cdot s^{-1}$ D (%)	60,3 ± 8,2	59,1 ± 6,3	61,4 ± 9,7	0,415
Razão $I_{con}/Q_{con} 60^\circ \cdot s^{-1}$ ND (%)	56,7 ± 7,7	58,2 ± 7,7	55,1 ± 7,5	0,237
Razão $I_{con}/Q_{con} 180^\circ \cdot s^{-1}$ D (%)	68,1 ± 9,4	69,5 ± 8,8	66,6 ± 10,0	0,362
Razão $I_{con}/Q_{con} 180^\circ \cdot s^{-1}$ ND (%)	64,2 ± 10,2	64,6 ± 8,0	63,9 ± 12,3	0,846

	Amostra total (N = 36)	Taekwondistas (N = 18)	Indivíduos fisicamente ativos (N = 18)	<i>p</i>
Razão Iexc/Qcon 60°·s ⁻¹ D (%)	90,3 ± 17,1	93,9 ± 17,6	86,8 ± 16,4	0,221
Razão Iexc/Qcon 60°·s ⁻¹ ND (%)	86,0 ± 13,6	90,9 ± 13,5	81,1 ± 12,2	0,028*
Razão Iexc/Qcon 180°·s ⁻¹ D (%)	125,5 ± 25,5	132,8 ± 29,3	118,1 ± 19,0	0,084
Razão Iexc/Qcon 180°·s ⁻¹ ND (%)	119,5 ± 25,3	124,5 ± 28,6	114,6 ± 21,2	0,250
≠ Bilat. PT Ext. Con. 60°·s ⁻¹ (%)	-1,5 ± 10,6	-2,3 ± 11,2	-0,8 ± 10,3	0,664
≠ Bilat. PT Flex. Con. 60°·s ⁻¹ (%)	3,9 ± 14,5	-0,8 ± 14,6	8,6 ± 13,2	0,050
≠ Bilat. PT Ext. Con. 180°·s ⁻¹ (%)	-2,4 ± 10,1	-4,9 ± 9,7	0,2 ± 10,2	0,136
≠ Bilat. PT Flex. Con. 180°·s ⁻¹ (%)	3,5 ± 10,9	2,5 ± 9,9	4,6 ± 12,0	0,576
≠ Bilat. PT Ext. Exc. 60°·s ⁻¹ (%)	3,9 ± 14,1	4,9 ± 14,1	2,8 ± 14,5	0,663
≠ Bilat. PT Flex. Exc. 60°·s ⁻¹ (%)	2,2 ± 15,5	-0,1 ± 14,1	4,5 ± 16,8	0,377
≠ Bilat. PT Ext. Exc. 180°·s ⁻¹ (%)	2,3 ± 20,5	-2,2 ± 15,7	6,8 ± 24,1	0,195
≠ Bilat. PT Flex. Exc. 180°·s ⁻¹ (%)	2,3 ± 12,7	1,5 ± 13,1	3,2 ± 12,7	0,693

PT Flex. = pico de torque dos grupos musculares flexores; PT Ext. = pico de torque dos grupos musculares extensores; Conc. = movimento isocinético em modo concêntrico; Exc. = movimento isocinético em modo excêntrico; ≠ bilat. = diferença bilateral; D = dominante; ND = não dominante.

Variáveis contínuas: média ± desvio padrão. Comparações: teste t de Student para amostras independentes. Diferenças significativas: $p < 0,05$.

Com normalização do torque máximo relativamente ao peso corporal para os 36 sujeitos, o valor médio do momento máximo normalizado resultante do movimento isocinético de extensão da articulação do joelho em modo concêntrico à velocidade de 60°·s⁻¹ foi 2,8 ± 0,4 N.m.kg⁻¹ para ambos os membros inferiores e à velocidade de 180°·s⁻¹ foram 1,9 ± 0,3 N.m.kg⁻¹ e 2,0 ± 0,3 N.m.kg⁻¹ para os membros inferiores dominante e não dominante respetivamente. O momento máximo normalizado resultante do movimento isocinético de flexão da articulação do joelho em modo concêntrico à velocidade de 60°·s⁻¹ foi 1,7 ± 0,3 N.m.kg⁻¹ e 1,6 ± 0,2 N.m.kg⁻¹ e à velocidade de 180°·s⁻¹ foi 1,3 ± 0,2 N.m.kg⁻¹ e 1,2 ± 0,2 N.m.kg⁻¹ para os membros inferiores dominante e não dominante respetivamente. Já o momento máximo normalizado dos grupos musculares extensores em modo excêntrico (à velocidade de 60°·s⁻¹) foi 3,6 ± 0,7 N.m.kg⁻¹ e 3,4 ± 0,7 N.m.kg⁻¹ e à velocidade de 180°·s⁻¹ foi 3,3 ± 0,8 N.m.kg⁻¹ e 3,2 ± 0,7 N.m.kg⁻¹, para os membros inferiores dominante e não dominante respetivamente. Por sua vez, o resultado do momento máximo normalizado dos grupos musculares flexores em modo excêntrico à velocidade de 60°·s⁻¹ foi 2,5 ± 0,4 N.m.kg⁻¹ e 2,4 ± 0,3 N.m.kg⁻¹. À velocidade de 180°·s⁻¹ foi 2,4 ± 0,4 N.m.kg⁻¹ e 2,3 ± 0,3 N.m.kg⁻¹ para os membros inferiores dominante e não dominante respetivamente.

Comparando o grupo de taekwondistas com os indivíduos fisicamente ativos (após normalização do torque máximo relativamente ao peso corporal) apenas os grupos musculares flexores em modo excêntrico à velocidade de 60°·s⁻¹ (2,5 ± 0,3 N.m.kg⁻¹ vs. 2,3 ± 0,3; $p =$

0,009) e $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ ($2,4 \pm 0,4$ N.m.kg⁻¹ vs. $2,2 \pm 0,3$; $p = 0,044$) foram superiores nos taekwondistas comparativamente aos indivíduos fisicamente ativos (Tabela 8).

Tabela 8 - Força muscular exercida pelos músculos flexores e extensores da articulação do joelho nos modos concêntrico e excêntrico a velocidades $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ e $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ bilateralmente com normalização do peso corporal (N.m.kg⁻¹).

	Amostra total (N = 36)	Taekwondistas (N = 18)	Indivíduos fisicamente ativos (N = 18)	<i>p</i>
PT Ext. Con. $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ D (N.m.kg ⁻¹)	2,8 ± 0,4	2,8 ± 0,4	2,8 ± 0,4	0,790
PT Ext. Con. $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ ND (N.m.kg ⁻¹)	2,8 ± 0,4	2,8 ± 0,3	2,8 ± 0,4	0,925
PT Flex. Con. $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ D (N.m.kg ⁻¹)	1,7 ± 0,3	1,6 ± 0,3	1,7 ± 0,3	0,466
PT Flex. Con. $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ ND (N.m.kg ⁻¹)	1,6 ± 0,2	1,6 ± 0,2	1,5 ± 0,2	0,244
PT Ext. Con. $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ D (N.m.kg ⁻¹)	1,9 ± 0,3	1,9 ± 0,3	1,9 ± 0,2	0,719
PT Ext. Con. $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ ND (N.m.kg ⁻¹)	2,0 ± 0,3	2,0 ± 0,3	1,9 ± 0,3	0,690
PT Flex. Con. $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ D (N.m.kg ⁻¹)	1,3 ± 0,2	1,3 ± 0,3	1,3 ± 0,2	0,693
PT Flex. Con. $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ ND (N.m.kg ⁻¹)	1,2 ± 0,2	1,3 ± 0,2	1,2 ± 0,1	0,300
PT Ext. Exc. $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ D (N.m.kg ⁻¹)	3,6 ± 0,7	3,8 ± 0,7	3,4 ± 0,7	0,109
PT Ext. Exc. $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ ND (N.m.kg ⁻¹)	3,4 ± 0,7	3,5 ± 0,6	3,3 ± 0,7	0,219
PT Flex. Exc. $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ D (N.m.kg ⁻¹)	2,5 ± 0,4	2,6 ± 0,5	2,4 ± 0,3	0,210
PT Flex. Exc. $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ ND (N.m.kg ⁻¹)	2,4 ± 0,3	2,5 ± 0,3	2,3 ± 0,3	0,009*
PT Ext. Exc. $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ D (N.m.kg ⁻¹)	3,3 ± 0,8	3,3 ± 0,7	3,3 ± 0,9	0,778
PT Ext. Exc. $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ ND (N.m.kg ⁻¹)	3,2 ± 0,7	3,4 ± 0,6	2,9 ± 0,8	0,085
PT Flex. Exc. $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ D (N.m.kg ⁻¹)	2,4 ± 0,4	2,5 ± 0,4	2,3 ± 0,3	0,129
PT Flex. Exc. $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ ND (N.m.kg ⁻¹)	2,3 ± 0,3	2,4 ± 0,4	2,2 ± 0,3	0,044*

PT Flex. = pico de torque dos grupos musculares flexores; PT Ext. = pico de torque dos grupos musculares extensores; Conc. = movimento isocinético em modo concêntrico; Exc. = movimento isocinético em modo excêntrico; D = dominante; ND = não dominante.

Variáveis contínuas: média ± desvio padrão.

Comparações: teste t de Student para amostras independentes. Diferenças significativas: $p < 0,05$.

Os valores médios resultantes da capacidade de salto dos 36 sujeitos no SHTD foi $153,0 \pm 19,5$ cm e $153,7 \pm 19,1$ cm; no THTD os resultados foram $511,6 \pm 64,7$ cm e $512,9 \pm 64,7$ cm; no CHTD os resultados foram $482,4 \pm 59,3$ cm e $475,0 \pm 58,6$ cm; e no SixHTT os resultados foram $2,1 \pm 0,4$ s e $2,1 \pm 0,3$ s para os membros dominante e não dominante respetivamente.

Os resultados do ISMI dos 4 testes supracitados (SHTD, THTD, CHTD e SixHTT) foram $100,7 \pm 7,0\%$; $100,4 \pm 4,8\%$; $98,6 \pm 5,0\%$; e $102,1 \pm 11,3\%$ respetivamente.

Na comparação entre taekwondistas e indivíduos fisicamente ativos, os resultados dos *hop tests* apresentaram apenas diferenças estatisticamente significativas para o SHTD do membro dominante ($159,4 \pm 18,3$ vs. $146,6 \pm 19$ cm; $p = 0,046$). No SHTD (não dominante), THTD, CHTD e SixHTT, os taekwondistas tenderam a apresentar resultados superiores na *performance* bilateral da articulação do joelho comparativamente aos indivíduos fisicamente

ativos, mas sem diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$). No ISMI dos membros inferiores entre os dois grupos, também não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$) (Tabela 9).

Tabela 9 - Função física registada através da distância percorrida nos testes SHTD, THTD, CHTD (cm) e tempo despendido no SixHTT (s) bilateralmente e seus índices de simetria (%).

	Amostra total (N = 36)	Taekwondistas (N = 18)	Indivíduos fisicamente ativos (N = 18)	<i>p</i>
SHTD D (cm)	153,0 ± 19,5	159,4 ± 18,3	146,6 ± 19,0	0,046*
SHTD ND (cm)	153,7 ± 19,1	158,8 ± 14,3	148,6 ± 22,2	0,112
THTD D (cm)	511,6 ± 64,7	523,8 ± 60,9	499,4 ± 67,8	0,265
THTD ND (cm)	512,9 ± 64,7	519,2 ± 57,0	506,6 ± 72,7	0,566
CHTD D (cm)	482,4 ± 59,3	500,4 ± 54,1	464,5 ± 60,3	0,069
CHTD ND (cm)	475,0 ± 58,6	486,1 ± 53,3	463,9 ± 63,0	0,262
SixHTT D (s)	2,1 ± 0,4	2,1 ± 0,5	2,2 ± 0,4	0,486
SixHTT ND (s)	2,1 ± 0,3	2,0 ± 0,3	2,2 ± 0,3	0,087
ISMI SHTD (%)	100,7 ± 7,0	100,1 ± 6,6	101,3 ± 7,5	0,588
ISMI THTD (%)	100,4 ± 4,8	99,3 ± 5,1	101,4 ± 4,4	0,200
ISMI CHTD (%)	98,6 ± 5,0	97,3 ± 5,4	99,9 ± 4,3	0,112
ISMI SixHTT (%)	102,1 ± 11,3	103,4 ± 14,2	100,8 ± 7,7	0,498

SHTD - single hop test for distance; THTD - triple hop test for distance; CHTD - crossover hop test for distance; SixHTT - six hop test for time; ISMI = índice de simetria dos membros inferiores; D = dominante; ND = não dominante.

Variáveis contínuas: média ± desvio padrão.

Comparações: teste t de Student para amostras independentes. Diferenças significativas: $p < 0,05$.

O estado de saúde relacionado com a articulação do joelho não apresentou diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$) para as 5 subescalas (dor, outros sintomas, atividades da vida diária, atividades desportivas e de lazer e qualidade de vida) entre taekwondistas e indivíduos fisicamente ativos. Contudo, os taekwondistas tenderam a apresentar menor pontuação (menor estado de saúde relacionado com a articulação do joelho) nas dimensões “dor” ($94 \pm 6,9$ pontos), “atividades desportivas e de lazer” ($91,4 \pm 11,4$ pontos) e “qualidade de vida” ($89,6 \pm 20,4$ pontos), enquanto os indivíduos fisicamente ativos apresentaram menor pontuação nas dimensões “outros sintomas” ($88,7 \pm 9,3$ pontos) e “atividades da vida diária” ($98,3 \pm 3,3$ pontos) (Tabela 10).

Tabela 10 - Pontuação obtida no KOOS sobre o estado de saúde relacionado com a articulação do joelho em taekwondistas e indivíduos fisicamente ativos.

KOOS	Taekwondistas (N = 18)	Indivíduos fisicamente ativos (N = 18)	<i>p</i>
Dor (pontos)	94,0 ± 6,9	97,1 ± 4,4	0,120
Outros sintomas (pontos)	89,3 ± 6,5	88,7 ± 9,3	0,825
Atividades da Vida Diária (pontos)	98,9 ± 2,4	98,3 ± 3,3	0,557
Atividades desportivas e de lazer (pontos)	91,4 ± 11,4	92,8 ± 13,3	0,738
Qualidade de vida (pontos)	89,6 ± 20,4	93,4 ± 9	0,473

Variáveis contínuas: média ± desvio padrão.

Comparações: teste t de Student para amostras independentes. Diferenças significativas: $p < 0,05$.

Na comparação entre os membros dominante e não dominante, para o total da amostra (N = 36), foram observadas diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) no movimento articular para os testes AKF e PKE. A amplitude articular obtida no teste AKF foi $124,3 \pm 6,9^\circ$ e $122,3 \pm 6,1^\circ$ ($p = 0,020$) e no teste PKE foi $0,3 \pm 2,0^\circ$ e $1,0 \pm 2,3^\circ$ ($p = 0,001$) para os membros dominante e não dominante respetivamente. Na produção de força muscular, também foram encontradas diferenças significativas, mas apenas no movimento de flexão concêntrica à velocidade $180^\circ \cdot s^{-1}$, cujo resultado foi $94,2 \pm 17,2$ N.m no membro dominante e $90,3 \pm 16,6$ N.m no membro não dominante ($p = 0,031$). Das 4 razões I/Q avaliadas no presente estudo, três apresentaram diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$). De facto, a razão convencional I_{con}/Q_{con} $60^\circ \cdot s^{-1}$ e $180^\circ \cdot s^{-1}$ e razão funcional $180^\circ \cdot s^{-1}$ foram significativamente diferentes ($p < 0,05$). O resultado da razão I_{con}/Q_{con} $60^\circ \cdot s^{-1}$ foi $60,3 \pm 8,2\%$ e $56,7 \pm 7,7\%$ ($p = 0,032$); o resultado da razão I_{con}/Q_{con} $180^\circ \cdot s^{-1}$ foi $68,1 \pm 9,4\%$ e $64,2 \pm 10,2\%$ ($p = 0,019$); e o resultado da razão I_{exc}/Q_{con} $180^\circ \cdot s^{-1}$ foi $125,5 \pm 25,5\%$ e $119,5 \pm 25,3\%$ ($p = 0,043$) para os membros dominante e não dominante respetivamente. Embora sem diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$), a razão I_{exc}/Q_{con} $60^\circ \cdot s^{-1}$ também apresentou uma razão superior no membro dominante ($90,3 \pm 17,1\%$), comparativamente ao membro não dominante ($86,0 \pm 13,6\%$; $p = 0,102$). Nos testes de salto, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$) entre os membros dominantes e não dominantes dos 36 sujeitos avaliados no presente estudo.

Foram também estabelecidas comparações intragrupos, de forma a estudar se o grupo de taekwondistas ou o grupo de indivíduos fisicamente ativos apresentavam diferenças significativas no desempenho físico dos seus membros inferiores.

Na mobilidade articular, apenas os testes AKF e PKE apresentaram alterações estatisticamente significativas nos indivíduos fisicamente ativos ($p < 0,05$) entre membros inferiores. Neste caso, a média de amplitude articular para o movimento de flexão ativa da

articulação do joelho não dominante foi $121,3 \pm 5,4^\circ$ comparativamente à dominante que foi $123,9 \pm 5,5^\circ$ ($p = 0,044$). A média de amplitude articular para o movimento de extensão passiva da articulação do joelho não dominante foi $1,0 \pm 2,5^\circ$ comparativamente à dominante ($0,0 \pm 2,2^\circ$; $p = 0,001$).

Na dinamometria isocinética, os indivíduos fisicamente ativos apresentaram alterações significativas entre membros inferiores no movimento isocinético de flexão concêntrica à velocidade de $60^\circ \cdot s^{-1}$ ($D = 117,0 \pm 26,2$ N.m; $ND = 104,9 \pm 18,4$ N.m; $p = 0,02$), enquanto os taekwondistas apresentaram diferenças significativas no movimento isocinético de extensão concêntrica à velocidade de $180^\circ \cdot s^{-1}$ ($D = 146,7 \pm 28,6$ N.m; $ND = 153,4 \pm 32,1$ N.m; $p = 0,048$).

Na razão I/Q, foram observadas diferenças estatisticamente significativas na razão I_{con}/Q_{con} $60^\circ \cdot s^{-1}$ dos indivíduos fisicamente ativos ($D = 61,4 \pm 9,7\%$; $ND = 55,1 \pm 7,5\%$), enquanto os taekwondistas apresentaram diferenças estatisticamente significativas na razão I_{con}/Q_{con} $180^\circ \cdot s^{-1}$ ($D = 69,5 \pm 8,8\%$; $ND = 64,6 \pm 8\%$; $p = 0,023$) e razão I_{exc}/Q_{con} $180^\circ \cdot s^{-1}$ ($D = 132,8 \pm 29,3\%$; $ND = 124,5 \pm 28,6\%$; $p = 0,039$). Para ambos os grupos, verificou-se que o membro dominante apresentou sempre uma razão I/Q (convencional e funcional) superior ao membro não dominante.

Nos *hop tests*, apenas os taekwondistas evidenciaram diferenças significativas para o CHTD ($p < 0,05$) (Tabela 11).

Tabela 11 - Scores obtidos bilateralmente para a articulação do joelho nos testes AKE, AKF, PKE, PKF ($^\circ$), força muscular (N.m), razões I/Q ($\%$), SHTD, THTD, CHTD (cm) e SixHTT (s) dos taekwondistas e indivíduos fisicamente ativos.

	Amostra total			Taekwondistas			Indivíduos fisicamente ativos		
	D	ND	p	D	ND	p	D	ND	p
AKE ($^\circ$)	16,4 \pm 11,0	16,3 \pm 10,3	0,875	10,3 \pm 6,5	10,8 \pm 7,6	0,595	22,5 \pm 11,3	21,7 \pm 10,0	0,492
AKF ($^\circ$)	124,3 \pm 6,9	122,3 \pm 6,1	0,020*	124,6 \pm 8,2	123,3 \pm 6,8	0,237	123,9 \pm 5,5	121,3 \pm 5,4	0,044*
PKE ($^\circ$)	0,3 \pm 2,0	1,0 \pm 2,3	0,001*	0,6 \pm 1,8	1,1 \pm 2,3	0,120	0,0 \pm 2,2	1,0 \pm 2,5	0,001*
PKF ($^\circ$)	139,1 \pm 4,9	138,5 \pm 4,4	0,222	139,2 \pm 5,8	138,2 \pm 5,1	0,238	139,1 \pm 3,8	138,9 \pm 3,8	0,674
PT Ext.									
Con. $60^\circ \cdot s^{-1}$ (N.m)	201,7 \pm 33,9	203,5 \pm 32,8	0,599	213,2 \pm 38,6	216,0 \pm 34,0	0,603	190,2 \pm 24,5	191,0 \pm 27,1	0,857
PT Flex.									
Con. $60^\circ \cdot s^{-1}$ (N.m)	121,1 \pm 23,6	115,0 \pm 22,7	0,067	125,1 \pm 20,7	125,1 \pm 22,5	0,999	117,0 \pm 26,2	104,9 \pm 18,4	0,020*
PT Ext.									
Con. $180^\circ/s$ (N.m)	139,4 \pm 24,0	142,5 \pm 28,4	0,163	146,7 \pm 28,6	153,4 \pm 32,1	0,048*	132,0 \pm 16,0	131,6 \pm 19,5	0,904

	Amostra total			Taekwondistas			Indivíduos fisicamente ativos		
	D	ND	p	D	ND	p	D	ND	p
PT Flex.									
Con. 180°·s⁻¹ (N.m)	94,2 ± 17,2	90,3 ± 16,6	0,031*	100,6 ± 15,4	97,7 ± 16,7	0,278	87,9 ± 17,1	82,8 ± 13,1	0,059
PT Ext.									
Exc. 60°·s⁻¹ (N.m)	260,5 ± 56,3	247,8 ± 55,5	0,068	289,7 ± 47,3	273,6 ± 50,4	0,151	231,2 ± 49,8	222,0 ± 48,8	0,287
PT Flex.									
Exc. 60°·s⁻¹ (N.m)	180,5 ± 37,5	174,7 ± 38,4	0,224	197,4 ± 37,1	195,5 ± 37,1	0,780	163,7 ± 30,2	154,0 ± 27,4	0,159
PT Ext.									
Exc. 180°·s⁻¹ (N.m)	238,7 ± 54,6	230,6 ± 62,3	0,302	257,1 ± 53,4	259,8 ± 53,7	0,782	220,4 ± 50,6	201,4 ± 57,4	0,137
PT									
Flex.Exc.180°·s⁻¹ (N.m)	173,2 ± 38,4	168,2 ± 41,2	0,191	190,6 ± 37,3	187,6 ± 45,2	0,590	155,8 ± 31,6	148,9 ± 25,6	0,192
Razão									
Icon/Qcon 60°·s⁻¹ (%)	60,3 ± 8,2	56,7 ± 7,7	0,032*	59,1 ± 6,3	58,2 ± 7,7	0,677	61,4 ± 9,7	55,1 ± 7,5	0,012*
Razão									
Icon/Qcon 180°·s⁻¹ (%)	68,1 ± 9,4	64,2 ± 10,2	0,019*	69,5 ± 8,8	64,6 ± 8,0	0,023*	66,6 ± 10,0	63,9 ± 12,3	0,283
Razão									
Iexc/Qcon 60°·s⁻¹ (%)	90,3 ± 17,1	86,0 ± 13,6	0,102	93,9 ± 17,6	90,9 ± 13,5	0,442	86,8 ± 16,4	81,1 ± 12,2	0,132
Razão									
Iexc/Qcon 180°·s⁻¹ (%)	125,5 ± 25,5	119,5 ± 25,3	0,043*	132,8 ± 29,3	124,5 ± 28,6	0,039*	118,1 ± 19,0	114,6 ± 21,2	0,424
SHTD (cm)	153,0 ± 19,5	153,7 ± 19,1	0,697	159,4 ± 18,3	158,8 ± 14,3	0,807	146,6 ± 19,0	148,6 ± 22,2	0,419
THTD (cm)	511,6 ± 64,7	512,9 ± 64,7	0,763	523,8 ± 60,9	519,2 ± 57,0	0,488	499,4 ± 67,8	506,6 ± 72,7	0,186
CHTD (cm)	482,4 ± 59,3	475 ± 58,6	0,084	500,4 ± 54,1	486,1 ± 53,3	0,048*	464,5 ± 60,3	463,9 ± 63,0	0,902
SixHTT (s)	2,1 ± 0,4	2,1 ± 0,3	0,258	2,1 ± 0,5	2,0 ± 0,3	0,292	2,2 ± 0,4	2,2 ± 0,3	0,705

AKE = active knee extension; AKF = active knee flexion; PKE = passive knee extension; PKF = passive knee flexion; PT Flex. = pico de torque dos grupos musculares flexores; PT Ext. = pico de torque dos grupos musculares extensores; Conc. = movimento isocinético em modo concêntrico; Exc. = movimento isocinético em modo excêntrico. SHTD - single hop test for distance; THTD - triple hop test for distance; CHTD - crossover hop test for distance; SixHTT - six hop test for time; D = dominante; ND = não dominante.

Variáveis contínuas: média ± desvio padrão.

Comparações: teste t de Student para amostras emparelhadas. Diferenças significativas: p < 0,05.

5. DISCUSSÃO

A média de idades entre os dois grupos não apresentou diferenças estatisticamente significativas. O facto de a idade compreendida entre os 18 e os 35 anos ter sido considerada como critério de inclusão para a participação no presente estudo, poderá justificar a semelhança de idades entre os dois grupos.

Os resultados apresentados parecem evidenciar diferenças no peso entre os dois grupos deste estudo. Neste caso, verificou-se que os taekwondistas eram mais pesados comparativamente aos indivíduos fisicamente ativos ($77,6 \pm 11,1$ kg vs. $68,4 \pm 8,6$ kg; $p = 0,008$) e consequentemente apresentavam maior IMC ($25,1 \pm 3,0$ kg/m² vs. $22,8 \pm 2,5$ kg/m²; $p = 0,017$), respetivamente. Por outro lado, não se verificaram diferenças estatisticamente significativas na variável “estatura”, levando a crer que as diferenças no IMC se devem de facto às diferenças encontradas no peso e não na estatura.

Uma das limitações encontradas neste estudo foi a pouca literatura existente na área do taekwondo. Até à data, desconhecem-se estudos comparativos sobre as características antropométricas entre taekwondistas (experiência mínima de 2 anos) com indivíduos saudáveis (fisicamente ativos ou não). Por outro lado, a Organização Mundial da Saúde admite que valores iguais ou superiores a 25 kg/m² representam excesso de peso, independentemente da idade e género pertencente (masculino ou feminino). Contudo, esta Instituição considera que é importante analisar caso a caso, uma vez que indivíduos diferentes com o mesmo IMC, poderão apresentar diferenças na percentagem de gordura corporal. Neste estudo, os taekwondistas apresentaram um IMC igual a $25,1 \pm 3,0$ kg/m², parecendo traduzir-se sob a forma de excesso de peso nestes sujeitos. Contudo, este grupo de indivíduos desportistas poderão assumir-se como mais pesados, talvez por apresentarem maior massa muscular, comparativamente aos indivíduos fisicamente ativos. De facto, parecem existir limitações na utilização do IMC, uma vez que este indicador antropométrico não é capaz de fornecer informações sobre a composição corporal e sobre a distribuição da gordura corporal (Garn, Leonard & Hawthorne, 1986), para além de apresentar também uma faixa etária muito ampla e desconsideração perante o sexo pertencente a cada sujeito (Rezende, Rosado, Franceschini, Rosado, Ribeiro, et al., 2007). De facto, Witt & Bush (2005) argumentam que a utilização do IMC torna-se inconveniente, principalmente quando a população avaliada apresenta um padrão de atividade física mais intensa (como no caso de atletas). De acordo com os autores, pessoas com elevada quantidade de massa muscular, podem apresentar elevado IMC mesmo que a gordura corporal não seja excessiva. No presente estudo, parece

que os taekwondistas apresentaram maior massa muscular comparativamente aos indivíduos fisicamente ativos, contudo, outra limitação identificada neste estudo, foi a não realização de mais avaliações sobre os indicadores antropométricos e a não realização de métodos de avaliação da composição corporal. Porém, foram analisados estudos que relacionam o IMC com a percentagem de gordura corporal em taekwondistas (Heller, *et al.*, 1998; Kim, *et al.*, 2011). De acordo com Heller, e col. (1998), foram identificados baixos valores de percentagem de gordura corporal (8,2%) em taekwondistas masculinos seniores, com IMC igual a 21,9 kg/m². Já no estudo estudo de Kim e col. (2011) verificou-se que a prática de taekwondo (durante 12 semanas) em raparigas saudáveis (idade 15,7 ± 0,4 anos; estatura: 160,0 ± 4,0 cm; peso: 53,0 ± 6,1 kg; e IMC: 20,6 ± 2,0 kg/m²) também diminuiu significativamente a percentagem de gordura corporal, comparativamente a um grupo de controlo, fisicamente ativo (idade: 15,9 ± 0,6 anos; estatura: 159,0 ± 4,0 cm; peso: 55,5 ± 9,2 kg; e IMC: 21,8 ± 3,3 kg/m²). Desta forma, sabendo que a prática de taekwondo reduz a percentagem de gordura corporal, parece que no presente estudo, os taekwondistas apresentaram maior ganho de massa muscular comparativamente à gordura corporal. Contudo, os resultados do IMC dos taekwondistas do presente estudo foram superiores aos reportados noutros estudos (em taekwondistas masculinos seniores) (Kazemi, *et al.*, 2006; Kazemi, *et al.*, 2010). Kazemi e col. (2010) identificaram IMC's inferiores aos do presente estudo para atletas bem-sucedidos a nível competitivo (IMC: 22,01 ± 2,64 kg/m²; idade: 25,0 ± 3,53 anos; estatura: 183,0 ± 9,0 cm; peso: 74,92 ± 14,65 kg) e para atletas menos bem-sucedidos a nível competitivo (IMC: 22,46 ± 2,35 kg/m²; idade: 24,81 ± 4,31 anos; estatura: 179,0 ± 8,0 cm; peso: 73,13 ± 12,41 kg). Porém, as diferenças no IMC não foram estatisticamente diferentes entre atletas bem-sucedidos e menos bem-sucedidos. Por sua vez, Kazemi e col. (2006) também identificaram IMC's inferiores aos do presente estudo em taekwondistas masculinos seniores bem-sucedidos a nível competitivo (IMC: 21,9 ± 2,4 kg/m²; idade: 24,4 ± 3,3 anos; estatura: 183,0 ± 8,0 cm; peso: 73,4 ± 12,1 kg) e em atletas menos bem-sucedidos a nível competitivo (IMC: 22,8 ± 3,3 kg/m²; idade: 25,2 ± 4,3 anos; estatura: 179,0 ± 8,0 cm; peso: 73,7 ± 14,3 kg). Em concordância com o estudo de Kazemi e col. (2010), também Kazemi e col. (2006) não identificaram diferenças estatisticamente significativas no IMC entre atletas bem-sucedidos e menos bem-sucedidos. Contudo, os autores referem que há uma tendência dos taekwondistas com maior número de campeonatos ganhos, apresentarem IMC's inferiores aos seus adversários para a mesma categoria de peso. Os taekwondistas que realizam competição (nacional ou internacional) estão divididos em categorias de peso, tornando-se também uma prática frequente noutros tipos de desportos de

combate. Este sistema de classificação permite equilibrar as diferenças de força, potência e agilidade entre atletas (Artioli, Iglesias, Franchini, Gualano, Kashiwagura, *et al.*, 2010). Os taekwondistas acreditam que competir em categorias de peso abaixo do seu IMC natural, promoverá vantagens a nível competitivo comparativamente aos adversários aparentemente mais baixos e mais fracos. Desta forma, o controlo do peso é uma estratégia utilizada por estes atletas (Kazemi, *et al.*, 2011). No presente estudo, apenas 4 taekwondistas referiram praticar taekwondo competitivo a nível nacional e 1 a nível internacional. Na verdade, apenas esse atleta referiu implementar estratégias para o controlo do peso (de forma a pertencer à categoria de peso por si desejada na época da competição), levando a crer que na generalidade, os taekwondistas do presente estudo não apresentaram estratégias para o controlo do peso. Isso poderá levar a um descuido no aumento de peso destes atletas (que poderá não ser o ideal para a prática de combates sob regime de competição). Outra limitação encontrada neste estudo foi não conseguir avaliar mais do que um atleta de alta competição (atleta de nível internacional). Provavelmente, as características antropométricas detetadas entre os taekwondistas de elite (atletas candidatos às seleções nacionais) comparativamente aos taekwondistas recreativos, seria bem diferente.

Ao analisar o tempo despendido para a prática de exercício físico (número de anos de prática, número de horas por cada treino e número de vezes por semana), não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos.

No que concerne à dominância dos membros inferiores, o membro inferior dominante esquerdo nos taekwondistas (6 atletas) apresentou maior frequência comparativamente aos indivíduos fisicamente ativos (apenas 1 sujeito relatou o seu membro inferior dominante como sendo o esquerdo). Já o membro inferior direito foi dominante em 17 indivíduos fisicamente ativos e dominante em 12 taekwondistas. Na dominância dos membros inferiores, constatou-se que os taekwondistas e os indivíduos fisicamente ativos tiveram uma distribuição diferente, ou seja, os taekwondistas apresentaram maior dominância do membro inferior esquerdo (e menor do direito), com significado estatístico ($p = 0,044$), comparativamente ao outro grupo. Até à data, desconhecem-se estudos aplicados em taekwondistas ou indivíduos fisicamente ativos cujo objetivo seria comparar a dominância dos membros inferiores. Porém foi, identificado um estudo que estabeleceu uma comparação entre a dominância de membros inferiores com o ângulo muscular do *quadriceps* femoral (ângulo Q) (Jaiyesimi & Jegede, 2009). No estudo de Jaiyesimi & Jegede (2009) participaram

400 voluntários (200 homens e 200 mulheres) saudáveis, com idades compreendidas entre os 17 e os 30 anos. Os resultados demonstraram que o ângulo Q nos homens foi $12,30 \pm 4,0^\circ$ e $10,38 \pm 3,49^\circ$ para os membros inferiores direito e esquerdo respetivamente, enquanto nas mulheres os valores do ângulo Q foram $17,06 \pm 3,64^\circ$ e $14,84 \pm 3,47^\circ$ para os membros inferiores direito e esquerdo respetivamente. O ângulo Q do membro inferior direito foi significativamente maior comparativamente ao do lado esquerdo ($p < 0,05$) tanto nos homens como nas mulheres, contudo, a dominância dos membros inferiores não influenciou o ângulo Q, porque apresentaram sempre maior ângulo no membro inferior direito (independentemente se a dominância é do lado direito ou do lado esquerdo). Os autores concluíram que a medição do ângulo Q pode ser avaliada tanto no membro inferior direito como no membro inferior esquerdo, porque a dominância dos membros inferiores não influenciou os valores do ângulo Q. A dominância dos membros inferiores foi também estudada como um possível fator etiológico em problemas da articulação do joelho, mais propriamente na rutura do ligamento cruzado anterior, na ausência de qualquer tipo de traumatismo (Negrete, Schick & Cooper, 2007). No estudo dos autores supracitados, participaram 302 pacientes (153 mulheres e 149 homens, com uma média de idades de 27,2 anos) com lesão unilateral do ligamento cruzado anterior. Noventa e seis por cento dos homens e 99% das mulheres referiram que o membro inferior direito é o preferido para rematar uma bola. Os autores não encontraram uma correlação significativa entre o lado da lesão com o membro dominante, nem entre o género com o lado dominante (mas identificaram que o membro inferior esquerdo se lesionou mais, comparativamente ao direito nas mulheres; $p < 0,05$). Os autores concluíram que não houve uma relação entre o membro dominante com a presença de rutura do ligamento cruzado anterior nos homens (ausente de traumatismo). No presente estudo, com o objetivo de saber qual o membro dominante de cada indivíduo, questionou-se qual seria a perna que usualmente remata uma bola (Siqueira, *et al.*, 2002). Contudo, parecem existir diversos testes para identificar o membro inferior dominante (Negrete, *et al.*, 2007). Lucca & Kline (1989) realizaram um estudo para tentar desenvolver um novo teste para identificação do membro inferior dominante. Participaram 54 indivíduos saudáveis (35 mulheres e 19 homens) com idades compreendidas entre os 19 e os 35 anos. Os sujeitos foram convidados a realizar 5 tarefas, que consistiram em subir e descer escadas, rematar uma bola, equilibrar-se apenas com uma perna no contacto com o solo e apanhar uma caneta do chão com o pé. O membro inferior que iniciaria o movimento seria considerado o membro dominante em 4 das 5 tarefas realizadas. De acordo com os autores, este protocolo demonstrou que as tarefas de subir e descer escadas não corresponderam aos resultados esperados. Embora a tarefa de subir

escadas possa implicar maior força do membro inferior dominante na subida, a tarefa de descer escadas não implica necessariamente maior força no membro dominante na descida. Nesse estudo, não se verificou uma correlação significativa entre a preferência dos sujeitos em determinar um membro inferior como dominante, com a identificação da dominância dos membros inferiores por essa experiência. Os autores sugeriram a necessidade de realizar futuros estudos com o objetivo de determinar com maior precisão a dominância dos membros inferiores, que preferencialmente são selecionados para tarefas mais exigentes. Por sua vez, Alter (2004) admite que há atividades desportivas que apresentam dominância mista, ou seja, não há preferência entre membro dominante ou não dominante. De acordo com o autor, atividades desportivas como o basebol ou o basquetebol podem apresentar dominância mista, neste caso nos membros superiores. Contudo, poderá ocorrer também nos membros inferiores para outras atividades desportivas. No presente estudo, a dominância do membro inferior do lado esquerdo nos taekwondistas foi significativamente superior ($p < 0,05$) à dominância do membro inferior do lado esquerdo nos indivíduos fisicamente ativos. Apesar da prática de taekwondo poder englobar uma metodologia de treino de caráter bilateral, provavelmente os resultados deste estudo demonstram apenas as características físicas da própria amostra e não de uma adaptação adquirida pela prática desta arte marcial.

Os taekwondistas deste estudo praticavam a modalidade desportiva taekwondo há $8,4 \pm 6,1$ anos e $3,5 \pm 1,8$ vezes por semana. No estudo de Kazemi e col. (2005), os autores identificaram que 75% dos taekwondistas praticavam essa modalidade desportiva há mais de 6 anos e que apenas 7,1% dos taekwondistas praticavam 2 vezes por semana taekwondo, 14,3% praticavam 3 vezes por semana, 25% praticavam 4 vezes por semana, 39,3% praticavam 5 a 6 vezes por semana e 14,3% praticavam 7 ou mais vezes por semana (ex. treinos bi-diários). Estes resultados parecem evidenciar uma maior assiduidade nos treinos semanais (e anuais), comparativamente aos do presente estudo. Por outro lado, no estudo supracitado também foram identificados valores superiores no tempo despendido comparativamente ao presente estudo para o número de horas por treino, onde 17,9% desses atletas admitiu praticar apenas 1 hora por treino. Cerca de 53,6% praticava 2 horas por treino, 17,9% praticava 3 horas por treino, 7,1% praticava 4 horas/treino e 3,6% praticava 5 ou mais horas por treino, contrariamente aos do presente estudo, que admitiram praticar apenas $1,7 \pm 0,6$ horas por treino. Estes resultados parecem evidenciar que além do número de treinos por semana ser relativamente baixo, também o número de horas por treino nos taekwondistas do presente estudo foi inferior, comparativamente ao estudo supracitado. Este fenómeno pode-se dever à fraca adesão dos atletas do presente estudo na participação em combates de

competição, o que torna a sua assiduidade menos rigorosa (menos tempo despendido nos treinos), logo, poderá acrescentar maior dificuldade nas adaptações físicas ideais destes atletas (como por exemplo, menor IMC), para a prática desta modalidade desportiva. Como já foi afirmado, uma das limitações deste estudo foi não conseguir obter maior número de taekwondistas de elite para avaliação. Para além das diferenças nas características antropométricas que se poderiam encontrar nestes atletas, o número de anos de prática, número de treinos por semana e número de horas por treino poderiam também ser diferentes porque, normalmente, os taekwondistas de elite necessitam de despende mais tempo para aperfeiçoar as técnicas físicas exigidas nesta arte marcial. Por sua vez, os indivíduos fisicamente ativos não demonstraram diferenças significativas no tempo despendido comparativamente aos taekwondistas, levando a crer que a dedicação para a prática de atividade desportiva é semelhante entre os dois grupos.

Os taekwondistas do presente estudo apresentaram maior capacidade na flexibilidade do grupo isquiotibial ($p < 0,05$) para o membro inferior dominante e membro inferior não dominante ($10,3 \pm 6,5^\circ$ e $10,8 \pm 7,6^\circ$, respetivamente) comparativamente aos indivíduos fisicamente ativos ($22,5 \pm 11,3^\circ$; $p = 0,000$ e $21,7 \pm 10$; $p = 0,001$ respetivamente). Sem diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$), os taekwondistas revelaram uma tendência superior bilateral na amplitude articular registada para o movimento de flexão ativa da articulação do joelho (flexibilidade do músculo reto anterior), comparativamente aos indivíduos fisicamente ativos ($D = 124,6 \pm 8,2^\circ$ vs. $D = 123,9 \pm 5,5^\circ$; $p = 0,765$, respetivamente e $ND = 123,3 \pm 6,8^\circ$ vs. $ND = 121,3 \pm 5,4^\circ$; $p = 0,336$, respetivamente). Muito provavelmente, os taekwondistas apresentaram melhores níveis de flexibilidade do grupo muscular isquiotibial ($p < 0,05$) e uma tendência para o aumento de flexibilidade do músculo reto femoral ($p > 0,05$), devido às características inerentes da prática da arte marcial taekwondo. Num estudo de Douris e col. (2004), também se verificou que os taekwondistas atingiram valores superiores na flexibilidade do grupo muscular isquiotibial (22,3 cm) comparativamente a indivíduos sedentários (10,4 cm; $p = 0,01$) no “*sit and reach test*”. O “*sit and reach test*” é um teste válido e fiável, frequentemente utilizado para medição da flexibilidade do grupo muscular isquiotibial e da coluna lombar (Bozic, Pazin, Berjan, Planic, & Cuk, 2010). Até à data, desconhecem-se estudos que tenham aplicado os testes AKE em taekwondistas, mas apenas o “*sit and reach test*”. Contudo, é possível verificar que o treino da arte marcial taekwondo promove uma maior flexibilidade da musculatura do grupo isquiotibial. Comparando os resultados dos indivíduos fisicamente ativos com os participantes (15 homens saudáveis, com uma média de idades igual a 21 anos) do estudo de Gajdosik &

Lusin (1983), verificou-se que a amplitude de movimento articular para o movimento AKE dos indivíduos fisicamente ativos foi superior. De facto, no estudo dos autores supracitados foram identificados valores médios de amplitude articular no AKE de 32,8° e 33,73° no membro inferior esquerdo para os dias de teste e reteste respetivamente e valores médios de amplitude articular de 37,6° e 38,27° no membro inferior direito, nos dias de teste e reteste respetivamente. Desconhece-se se estes indivíduos realizavam atividade física, contudo, de acordo com os resultados apresentados, parece que a prática de exercício físico de carácter recreativo apresentou maior flexibilidade da musculatura isquiotibial comparativamente a homens saudáveis com idades muito próximas.

Até à data, desconhecem-se estudos onde o teste AKF tenha sido utilizado para medição da flexibilidade do músculo reto femoral em taekwondistas, ou qualquer outro tipo de avaliação de flexibilidade para esta região anatómica, nestes atletas. Embora os taekwondistas do presente estudo apresentem uma tendência para o aumento de flexibilidade do músculo reto femoral comparativamente a indivíduos fisicamente ativos, a diferença não foi estatisticamente significativa, levando a crer que apesar do taekwondo exigir bons níveis de flexibilidade dos membros inferiores, há resultados mais evidentes no grupo muscular isquiotibial. Este facto poderá estar intimamente ligado ao método de treino adotado nestes atletas, tornando este grupo muscular mais flexível e mais requisitado não só para a melhoria da sua *performance* física, mas também como estratégia preventiva, mormente na prevenção de lesões do grupo muscular isquiotibial. Comparando os resultados do teste AKF dos indivíduos fisicamente ativos deste estudo com indivíduos adultos e saudáveis pertencentes ao sexo masculino (média de idades igual a 25 anos) do estudo de Gajdosik (1985), constata-se que os indivíduos fisicamente ativos apresentaram maior flexibilidade do músculo reto femoral. Gajdosik (1985) encontrou valores de 113,0° e 111,9° para o membro inferior direito nos dias de teste e reteste respetivamente e encontrou valores de 109,7° e 109,5° para o membro inferior esquerdo nos dias de teste e reteste, respetivamente. Todos estes valores de amplitude articular foram inferiores aos indivíduos fisicamente ativos deste estudo. Desconhece-se se esses sujeitos realizavam atividade física, contudo, de acordo com os resultados apresentados, parece que a prática de atividade física de carácter recreativo promoveu maior flexibilidade do músculo reto femoral comparativamente a homens saudáveis, com idades muito próximas.

No teste PKE não se verificaram diferenças significativas para o membro dominante dos taekwondistas nem dos indivíduos fisicamente ativos ($p = 0,411$), bem como para o membro não dominante entre os dois grupos ($p = 0,945$). Na verdade, os resultados foram muito

próximos entre os membros inferiores dominantes dos taekwondistas e dos indivíduos fisicamente ativos ($0,56 \pm 1,8^\circ$ vs. $0 \pm 2,2^\circ$, respectivamente) e para os membros inferiores não dominantes ($1,06 \pm 2,26^\circ$ vs. $1 \pm 2,5^\circ$, respectivamente). Norkin & White (2003) apresentaram valores de $0,4 \pm 0,9^\circ$ na extensão passiva da articulação do joelho para indivíduos masculinos saudáveis, com idades compreendidas entre os 20 e os 29 anos de idade. Neste caso, verificou-se que os dois grupos do presente estudo apresentaram valores angulares muito próximos ao estudo de Norkin & White (2003). Por sua vez, Ostojic & Stojanovic (2007) também avaliaram a mobilidade articular dos membros inferiores em futebolistas de elite vs. não elite e concluíram que o movimento passivo para extensão da articulação do joelho, não apresentou diferenças significativas entre os dois grupos de futebolistas.

No teste PKF os valores para os membros dominantes nos taekwondistas e indivíduos fisicamente ativos foram $139,2 \pm 5,8^\circ$ vs. $139,1 \pm 3,8^\circ$ ($p = 0,964$) respectivamente, enquanto os valores para os membros não dominantes foram $138,2 \pm 5,1$ vs. $138,9 \pm 3,8$ ($p = 0,666$) respectivamente. Neste teste, também não houve diferenças estatisticamente significativas entre grupos para a flexão passiva da articulação do joelho. Estes valores vão ao encontro do publicado por Brown (2000) em indivíduos masculinos saudáveis com idades compreendidas entre os 20 e os 29 anos, cujos resultados foram $140,2 \pm 5,2^\circ$ de flexão passiva da articulação do joelho. De acordo com Norkin & White (2003), a avaliação de uma articulação como método passivo, permite obter informações sobre a integridade das superfícies articulares e extensibilidade da cápsula articular, associada aos ligamentos, músculos, fásCIAS e pele. Os movimentos passivos não dependem da força muscular dos indivíduos nem da sua coordenação, permitindo desta forma, obter informações sobre a estrutura articular testada. No presente estudo, todos os sujeitos declararam-se como sendo saudáveis, sem qualquer tipo de patologia da articulação do joelho. Este facto poderá justificar a igualdade de valores tanto para o teste PKF como para o teste PKE (movimentos passivos), porque apresentaram mobilidade passiva normal desta articulação para indivíduos saudáveis. Já nos movimentos ativos, verificou-se maior flexibilidade no grupo muscular isquiotibial com significado estatístico e tendencialmente maior flexibilidade no reto femoral nos taekwondistas. Segundo Norkin & White (2003), a amplitude ativa de movimento dos membros inferiores observada num indivíduo, reflete a capacidade do movimento articular ativo, juntamente com a coordenação dos seus membros inferiores. Neste caso, parece que os taekwondistas apresentaram maior amplitude de movimento ativo, pelo menos para o teste AKE.

Até à data, desconhecem-se estudos que tenham investigado os valores de diferença bilateral para os testes de amplitude articular supramencionados. No presente estudo, os resultados das

diferenças bilaterais não apresentaram diferenças significativas entre grupos, levando a crer que a comparação dos valores dos testes de amplitude articular produzidas por grupos musculares contralaterais da articulação do joelho, foi similar.

Os valores de momento máximo obtidos pelos taekwondistas foram estatisticamente superiores ($p < 0,05$) em todos os movimentos isocinéticos avaliados bilateralmente na articulação do joelho (exceto para o movimento de flexão concêntrica $60^\circ \cdot s^{-1}$ e extensão concêntrica $180^\circ \cdot s^{-1}$, ambos para o lado dominante). Kim e col. (2011) demonstraram que numa população feminina, o treino de taekwondo (12 semanas) aumentou a produção máxima de força nas praticantes (idade: $15,7 \pm 0,4$ anos; estatura: 160 ± 4 cm; peso: $53,0 \pm 6,1$ kg; IMC: $20,6 \pm 2,0$ kg/m²), em contraste com um grupo de controlo (idade: $15,9 \pm 0,6$ anos; estatura: $1,59 \pm 4$ cm; peso: $55,5 \pm 9,2$ kg; IMC: $21,8 \pm 3,3$ kg/m²). Segundo os autores, foram encontradas diferenças significativamente superiores ($p < 0,05$) na produção de força no grupo experimental para os movimentos isocinéticos (de flexão concêntrica $60^\circ \cdot s^{-1}$, extensão concêntrica $180^\circ \cdot s^{-1}$ e flexão concêntrica $180^\circ \cdot s^{-1}$), apenas para os membros inferiores do lado direito. Neste caso, o grupo experimental admitiu o membro inferior direito como sendo o membro dominante, contrariamente aos membros inferiores do lado esquerdo (membros não dominantes). De acordo com os autores, este grupo experimental não teve previamente experiência em taekwondo, logo, houve maiores diferenças no membro inferior direito, visto ser mais fácil para este grupo executar técnicas com maior frequência no membro inferior dominante. Por outro lado, os autores defendem que o aumento do número de “pontapés” no treino com o membro não dominante, poderá ser uma estratégia a adotar por este grupo experimental para o aumento de força muscular na articulação do joelho. No presente estudo, é notória a diferença de momento de força entre grupos. Embora não apresentem diferenças no “número de anos de prática”, “número de vezes por semana” e “horas por treino praticadas”, os taekwondistas deste estudo têm maior força comparativamente aos indivíduos fisicamente ativos em praticamente todos os movimentos isocinéticos avaliados, tanto para o membro dominante (exceto os movimentos concêntricos de flexão a $60^\circ \cdot s^{-1}$ e extensão a $180^\circ \cdot s^{-1}$) como para o membro não dominante. Contudo, se analisarmos o momento máximo relativamente ao peso corporal (N.m.kg⁻¹), observa-se que a maioria das diferenças previamente encontradas para o momento máximo desaparecem (com exceção da força muscular produzida pelos grupos musculares flexores à velocidade $60^\circ \cdot s^{-1}$ e $180^\circ \cdot s^{-1}$ em modo excêntrico, para o membro não dominante). De facto, foram observadas diferenças significativas no peso entre taekwondistas e indivíduos fisicamente ativos ($77,6 \pm 11,1$ kg vs.

68,4 ± 8,6 kg respetivamente; $p = 0,008$). Isto pode-se dever ao facto de serem mais pesados e mais robustos, com IMC's superiores (25,1 ± 3,0 kg/m² vs. 22,8 ± 2,5 kg/m² respetivamente), cujo aumento de peso se poderá ter traduzido no aumento de massa muscular e consequentemente, maior momento de força executada (N.m.). Pieter & Pieter (1995) também identificaram níveis de força superiores em taekwondistas com IMC superiores, embora Falco e col. (2009) admitam que independentemente do IMC, os taekwondistas de elite apresentam sempre força superior.

Os grupos musculares flexores da articulação do joelho em modo excêntrico à velocidade 60°·s⁻¹ e 180°·s⁻¹, parecem ter sido executados com maior força pelos taekwondistas, talvez pelas características físicas adotadas na prática desta arte marcial. Atualmente, desconhecem-se estudos que tenham efetuado avaliações da articulação do joelho em taekwondistas com um protocolo isocinético em modo excêntrico. De acordo com os resultados apresentados, provavelmente o grupo muscular isquiotibial é muito recrutado em contrações excêntricas durante a prática de taekwondo. Na verdade, estudos sugerem a necessidade de aumentar a força exercida nas contrações musculares excêntricas (com melhoria do controlo neuromuscular) dos membros inferiores durante a realização de saltos, de modo a diminuir o impacto da energia cinética, estratégias adquiridas durante atividades com saltos, no ponto de aterragem com o solo (Ross, Guskiewicz & Yu, 2005; Wikstrom, Tillman & Borsa, 2005). De facto, durante a prática de taekwondo é frequente a ocorrência de saltos e mudanças de direção rápidas (Leong, Fu, Ng & Tsang, 2011; Lystad, *et al.*, 2009; Melhim, 2001). Leong e col. (2011) estudaram o controlo neuromuscular em taekwondistas e concluíram que estes atletas (com mais de um ano de prática) têm melhor equilíbrio comparativamente a sujeitos não treinados, sugerindo maiores capacidades somatosensoriais e vestibulares nos taekwondistas, o que leva ao maior controlo de contacto com o solo. Uma das possíveis razões para os resultados nos saltos serem tendencialmente superiores nos taekwondistas, poderá ser o facto desta arte marcial envolver vários movimentos em salto e diferentes tipos de aterragem no contacto com o solo. No estudo de Tansel e col. (2008) foram investigados os efeitos da força através de um treino com exercícios excêntricos do grupo muscular isquiotibial. Foram incluídos 26 jovens basquetebolistas, com idades compreendidas entre os 10 e os 12 anos, e divididos em 2 grupos (15 constituíram o grupo experimental, onde foi realizado o método de treino Nórdico para aumento de força do grupo muscular isquiotibial e 11 indivíduos constituíram o grupo controlo). O treino teve uma duração de 5 semanas, mas ambos os grupos continuaram a participar nos treinos de basquetebol. Todos os sujeitos foram avaliados antes e depois do tempo de treino (5 semanas), onde foram efetuados movimentos

de extensão e flexão em modos concêntrico e excêntrico da articulação do joelho por dinamometria isocinética. Os autores concluíram que o grupo experimental mostrou diferenças significativas no aumento de força excêntrica do grupo muscular isquiotibial ($p < 0,05$) enquanto o grupo de controlo permaneceu inalterado. Numa outra modalidade desportiva, de que é exemplo o futebol, DeProft e col. (1988 a, b) mostraram que os futebolistas que implementaram um treino de força da articulação do joelho para melhorar o seu rendimento, aumentaram a força e conseqüentemente melhoraram significativamente a *performance* do remate, comparativamente a futebolistas que treinaram normalmente e com indivíduos não futebolistas. Os autores admitiram que para a boa *performance* na execução do remate no futebol, deve haver boa *performance* do *quadriceps* em contrações concêntricas e do grupo muscular isquiotibial em contrações excêntricas. De acordo com Falco e col. (2009), o “pontapé” lateral (*roundhouse kick*) é a técnica mais utilizada pelos taekwondistas para pontuar quando atinge o adversário a grande velocidade. Pieter & Pieter (1995) observaram velocidades elevadas em técnicas utilizadas por taekwondistas adultos Americanos de elite, com especial destaque para a técnica supracitada. Na execução deste pontapé em taekwondistas, é executado o movimento de extensão concêntrica pelo grupo muscular *quadriceps* e extensão excêntrica do grupo muscular isquiotibial (Pieter, Heijmans & Taaffe, 1989). Apesar de se desconhecer até à data estudos sobre o aumento de força excêntrica da articulação do joelho em taekwondistas (para os grupos musculares *quadriceps* ou isquiotibial), provavelmente os atletas do presente estudo foram alvo de aumentos de força excêntrica do grupo muscular isquiotibial, pelos sucessivas técnicas de “pontapés” executadas por este grupo muscular, e/ou pelos saltos consecutivos e mudanças rápidas de direção administradas durante o treino desta arte marcial. No estudo de Athanasios e col. (2005) investigou-se se a produção de força muscular entre futebolistas de elite seria diferente de futebolistas amadores (atletas). Participaram nesse estudo 15 futebolistas de elite (1ª divisão) e 13 futebolistas amadores, todos saudáveis. Para os futebolistas de elite, a média de idades, da estatura, do peso e dos anos de prática foram $25,8 \pm 3,5$ anos, $178,8 \pm 4,7$ cm, $75,1 \pm 5,2$ kg e $15,0 \pm 2,7$ anos de prática, respetivamente. Para os futebolistas amadores, a média de idades, estatura, peso e anos de prática foram $25,6 \pm 3,5$ anos, $177,7 \pm 5,5$ cm, $74,9 \pm 5,6$ kg e $14,8 \pm 2,5$ anos de prática, respetivamente. A frequência de treino para os futebolistas de elite foi 9 treinos por semana, comparativamente aos 4 treinos por semana dos futebolistas amadores, contudo, a carga horária por treino foi semelhante (2 horas por treino). Todos os futebolistas admitiram que o seu membro dominante era o direito. Foram realizadas contrações concêntricas para os movimentos de extensão e flexão da articulação do joelho a 4

velocidades angulares, contudo, para comparações com o presente estudo, focaram-se apenas as velocidades angulares de $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ e $180^{\circ}\cdot s^{-1}$. Os autores identificaram que o momento máximo no movimento de extensão à velocidade $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ e $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ para o membro inferior dominante dos futebolistas de elite, foi superior ($256,0 \pm 43,2$ N.m e $174,0 \pm 32,0$ N.m respectivamente) comparativamente ao momento máximo dos futebolistas amadores para o membro inferior dominante ($231,8 \pm 38,6$ N.m e $159,9 \pm 21,3$ N.m respectivamente). Os resultados de momento máximo para o movimento de extensão do membro inferior não dominante para as velocidades angulares de $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ e $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ dos futebolistas de elite também foram superiores ($253,7 \pm 44,7$ N.m e $167,9 \pm 35,2$ N.m respectivamente) aos futebolistas amadores ($228,5 \pm 35,1$ N.m e $157,2 \pm 19,5$ N.m respectivamente). Para o movimento de flexão do membro inferior dominante, o momento máximo para as velocidades angulares de $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ e $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ dos futebolistas de elite foi superior ($132,2 \pm 32,3$ N.m e $92,5 \pm 19,6$ N.m respectivamente) ao momento máximo do membro inferior dominante dos futebolistas amadores ($123,9 \pm 18,1$ N.m e $84,8 \pm 11,8$ N.m respectivamente). Para o movimento de flexão da articulação do joelho do membro inferior não dominante dos futebolistas de elite, o momento máximo resultante das velocidades angulares $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ e $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ também foi superior ($130,6 \pm 32,4$ N.m e $91,0 \pm 18,9$ N.m respectivamente) aos futebolistas amadores ($122,5 \pm 18,9$ N.m e $83,4 \pm 11,7$ N.m respectivamente). Apesar dos momentos máximos serem sempre superiores nos futebolistas de elite, não foram encontradas diferenças significativas entre grupos ($p > 0,05$). Os autores sugerem que a prática de futebol ao longo de vários anos promoveu uma força muscular semelhante entre futebolistas de elite e amadores para as duas articulações do joelho. Comparando estes resultados com os do presente estudo, verificou-se que os taekwondistas apresentaram maior produção de força muscular no movimento de flexão concêntrica às velocidades de $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ e $180^{\circ}\cdot s^{-1}$, quando comparados aos futebolistas amadores para o membro inferior dominante ($125,1 \pm 20,7$ N.m e $100,6 \pm 15,4$ N.m vs. $123,9 \pm 18,1$ N.m e $84,8 \pm 11,8$ N.m respectivamente) e para o membro inferior não dominante ($125,1 \pm 22,5$ N.m e $97,7 \pm 16,7$ N.m vs. $122,5 \pm 18,9$ N.m e $83,4 \pm 11,7$ N.m respectivamente). Comparando os taekwondistas com os futebolistas de elite, os taekwondistas também produziram maior força muscular para o movimento de flexão da articulação do joelho em modo concêntrico, mas apenas à velocidade de $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ para o membro inferior dominante ($100,6 \pm 15,4$ N.m vs. $92,5 \pm 19,6$ N.m) e para o membro inferior não dominante ($97,7 \pm 16,7$ N.m vs. $91,0 \pm 18,9$ N.m). Por sua vez, os indivíduos fisicamente ativos apenas foram mais fortes que os futebolistas amadores no movimento de flexão concêntrica à velocidade de $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ da articulação do joelho para o membro inferior dominante ($87,9 \pm$

17,1 N.m vs. $84,8 \pm 11,8$ N.m). Os resultados sugerem que os taekwondistas têm maior tendência na produção de força para o movimento de flexão em modo concêntrico às velocidades $60^\circ \cdot s^{-1}$ e $180^\circ \cdot s^{-1}$, do que os futebolistas amadores (e maior produção de força no movimento de flexão concêntrica à velocidade $180^\circ \cdot s^{-1}$ comparativamente aos futebolistas de elite). Os indivíduos fisicamente ativos apenas foram ligeiramente mais fortes que os futebolistas amadores para o movimento de flexão à velocidade angular de $180^\circ \cdot s^{-1}$ do membro dominante. De um modo geral, parece que os futebolistas amadores tiveram maior produção de força em relação aos dois grupos avaliados no presente estudo. Provavelmente, estas diferenças devem-se a maiores adaptações na força muscular decorrente do tempo de prática dos futebolistas amadores ($14,8 \pm 2,5$ anos) comparativamente aos anos de prática dos taekwondistas e indivíduos fisicamente ativos ($8,4 \pm 6,1$ e $5,7 \pm 4,1$ respetivamente) e comparativamente ao número de treinos por semana (4 nos futebolistas amadores e $3,5 \pm 1,8$ nos taekwondistas e $2,6 \pm 1,1$ nos indivíduos fisicamente ativos). Porém, parece ser pertinente efetuar comparações na produção de força muscular entre grupos, mas com normalização pelo peso corporal. No presente estudo, adotou-se uma metodologia idêntica à de Probst e col. (2007). Nesse estudo, foram avaliados 9 atletas de karaté (4 mulheres e 5 homens; idade = $24,3 \pm 6,7$ anos), com um mínimo de experiência de 2 anos, e 15 indivíduos fisicamente ativos (grupo de controlo composto por 7 mulheres e 8 homens; idade = $22,1 \pm 3,2$ anos). As atividades desportivas de carácter recreativo realizadas pelo grupo de controlo foram caminhar, musculação, corrida, natação, ténis, basquetebol e aeróbica, com uma prática regular de atividade física entre 2 a 5 dias por semana. Foi avaliada a produção de força muscular para os movimentos de flexão e extensão em modo concêntrico às velocidades $60^\circ \cdot s^{-1}$ e $180^\circ \cdot s^{-1}$ nos dois grupos. Todos os sujeitos admitiram o seu membro dominante como sendo o direito. Os resultados demonstraram que o membro dominante dos praticantes de karaté apresentou um momento máximo (relativamente ao peso corporal) para o movimento concêntrico de extensão da articulação do joelho às velocidades de $60^\circ \cdot s^{-1}$ e $180^\circ \cdot s^{-1}$ de $2,8 \pm 0,3$ N.m.kg⁻¹ e $1,7 \pm 0,3$ N.m.kg⁻¹ respetivamente, comparativamente aos taekwondistas do presente estudo que foi $2,8 \pm 0,4$ N.m.kg⁻¹ e $1,9 \pm 0,3$ N.m.kg⁻¹, respetivamente. Para o membro inferior não dominante às velocidades angulares de $60^\circ \cdot s^{-1}$ e $180^\circ \cdot s^{-1}$, os atletas de karate tiveram um momento máximo de extensão da articulação do joelho de $2,8 \pm 0,2$ N.m.kg⁻¹ e $1,7 \pm 0,2$ N.m.kg⁻¹ respetivamente, enquanto o momento máximo dos taekwondistas deste estudo para as mesmas condições isocinéticas foi $2,8 \pm 0,3$ N.m.kg⁻¹ e $2,0 \pm 0,3$ N.m.kg⁻¹. Para o movimento de flexão da articulação do joelho dominante às velocidades angulares $60^\circ \cdot s^{-1}$ e $180^\circ \cdot s^{-1}$, o momento máximo dos atletas de karaté foi $1,8 \pm 0,3$ N.m.kg⁻¹ e $1,3 \pm 0,3$ N.m.kg⁻¹

respetivamente, enquanto o momento máximo dos taekwondistas deste estudo para as mesmas condições isocinéticas foi $1,6 \pm 0,3 \text{ N.m.kg}^{-1}$ e $1,3 \pm 0,3 \text{ N.m.kg}^{-1}$, respetivamente. No membro não dominante, os valores de momento máximo dos atletas de karate para as condições isocinéticas supracitadas foram $1,7 \pm 0,3 \text{ N.m.kg}^{-1}$ e $1,2 \pm 0,2 \text{ N.m.kg}^{-1}$ enquanto os valores de momento máximo dos taekwondistas deste estudo foram $1,6 \pm 0,2 \text{ N.m.kg}^{-1}$ e $1,3 \pm 0,2 \text{ N.m.kg}^{-1}$ respetivamente. Estes resultados sugerem que os taekwondistas tiveram maior força no movimento de extensão concêntrica à velocidade $180^\circ \cdot \text{s}^{-1}$ para os membros dominantes e não dominantes e maior flexão concêntrica à velocidade $180^\circ \cdot \text{s}^{-1}$ do membro não dominante. Contudo, manifestaram também menor força nos movimentos de flexão a velocidade $60^\circ \cdot \text{s}^{-1}$ para os membros dominante e não dominante, comparativamente aos atletas de karaté. De um modo geral, parece que a força muscular produzida pelos músculos da articulação do joelho entre taekwondistas e atletas de karate foi semelhante. Por outro lado, é também importante comparar o momento máximo na produção de força muscular (relativamente ao peso corporal) entre os indivíduos fisicamente ativos do presente estudo e o grupo de controlo (indivíduos fisicamente ativos) do estudo de Probst, *et al.*, (2007). No grupo de controlo, os momentos máximos do membro dominante para o movimento de extensão a velocidades angulares de $60^\circ \cdot \text{s}^{-1}$ e $180^\circ \cdot \text{s}^{-1}$ foram $2,7 \pm 0,5 \text{ N.m.kg}^{-1}$ e $1,5 \pm 0,4 \text{ N.m.kg}^{-1}$ respetivamente e nos indivíduos fisicamente ativos foram $2,8 \pm 0,4 \text{ N.m.kg}^{-1}$ e $1,9 \pm 0,2 \text{ N.m.kg}^{-1}$ respetivamente. No membro inferior não dominante do grupo de controlo, os valores de momento máximo para as mesmas condições isocinéticas para o movimento de extensão da articulação do joelho foram $2,5 \pm 0,6 \text{ N.m.kg}^{-1}$ e $1,5 \pm 0,4 \text{ N.m.kg}^{-1}$, enquanto os valores de momento máximo dos indivíduos fisicamente ativos foram $2,8 \pm 0,4 \text{ N.m.kg}^{-1}$ e $1,9 \pm 0,3 \text{ N.m.kg}^{-1}$. Os momentos máximos do movimento de flexão da articulação do joelho dominante no grupo de controlo às velocidades de $60^\circ \cdot \text{s}^{-1}$ e $180^\circ \cdot \text{s}^{-1}$ foram $1,4 \pm 0,3 \text{ N.m.kg}^{-1}$ e $1,0 \pm 0,3 \text{ N.m.kg}^{-1}$ e nos indivíduos fisicamente ativos foram $1,7 \pm 0,3 \text{ N.m.kg}^{-1}$ e $1,3 \pm 0,2 \text{ N.m.kg}^{-1}$. No membro não dominante para o movimento de flexão da articulação do joelho do grupo de controlo, os valores de momento máximo para as mesmas condições isocinéticas foram $1,4 \pm 0,3$ e $1,0 \pm 0,3$ e nos indivíduos fisicamente ativos foram $1,5 \pm 0,2 \text{ N.m.kg}^{-1}$ e $1,2 \pm 0,1 \text{ N.m.kg}^{-1}$ respetivamente. Ao comparar os dois grupos de indivíduos fisicamente ativos, percebe-se que em todos os movimentos isocinéticos avaliados, os indivíduos fisicamente ativos do presente estudo, apresentaram maior momento máximo (relativamente ao peso corporal) em todos os movimentos isocinéticos testados comparativamente aos seus colegas. Esta evidência pode-se dever ao facto de praticamente metade da amostra dos indivíduos do grupo de controlo do estudo de Probst incluírem mulheres fisicamente ativas. Na verdade,

estudos sugerem que as mulheres têm menor capacidade na produção de força, comparativamente aos homens (Magalhães, Oliveira, Ascensão & Soares, 2001; Hewett, Myer & Zazulak, 2008). Porém, é importante referir que perante os resultados apresentados, os indivíduos fisicamente ativos do presente estudo apresentaram boa aptidão física na produção de força muscular, consequente da prática de atividades desportivas de carácter recreativo.

O parâmetro razão I/Q é considerado um bom indicador da estabilidade articular e da prevenção das lesões (Aagaard, *et al.*, 1997; Magalhães, *et al.*, 2001). O valor médio de razão I/Q convencional do membro dominante dos taekwondistas e indivíduos fisicamente ativos ($59,1 \pm 6,3\%$ vs. $61,4 \pm 9,7\%$ respetivamente) e do membro não dominante ($58,2 \pm 7,7\%$ vs. $55,1 \pm 7,5\%$ respetivamente), registado neste estudo foram ao encontro dos valores normativos mencionados na literatura como adequados para avaliações a baixa velocidade (valores de razão compreendida entre 50 e 60%) (Aagaard, *et al.*, 1998; Baltzopoulos & Brodie, 1989). Já para uma velocidade intermédia ($180^\circ \cdot s^{-1}$), os resultados obtidos na razão I/Q foram ligeiramente superiores para o membro dominante dos taekwondistas e dos indivíduos fisicamente ativos ($69,5 \pm 8,8\%$ vs. $66,6 \pm 10,0\%$ respetivamente) e ligeiramente superiores no membro não dominante ($64,6 \pm 8,0\%$ vs. $63,9 \pm 12,3\%$, respetivamente), provavelmente devido ao aumento da velocidade angular testada por dinamometria isocinética. Estudos referem que de facto, com o aumento da velocidade angular, há resultados mais elevados na razão I/Q convencional (Hageman, Gillaspie & Hill, 1988; Rosene, Fogarty & Mahaffey, 2001; Hewett, Myer & Zazulak, 2008; Magalhães, *et al.*, 2001). Até à data, desconhecem-se estudos onde foi avaliado o parâmetro razão I/Q exclusivamente em taekwondistas. Relativamente aos participantes do presente estudo, o treino de taekwondo pareceu contribuir para a manutenção da relação de equilíbrio flexores e extensores conveniente e as modalidades desportivas praticadas pelos indivíduos fisicamente ativos também pareceram contribuir para a manutenção da relação de equilíbrio flexores e extensores. Embora sem diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$), os taekwondistas apresentaram resultados tendencialmente mais elevados na razão I/Q convencional comparativamente aos indivíduos fisicamente ativos para as duas articulações do joelho (exceto para o membro dominante a velocidade angular $60^\circ \cdot s^{-1}$). Por sua vez, estudos sugerem que a relação entre os grupos musculares *quadriceps* e isquiotibiais durante o movimento de extensão, pode ser descrita de forma mais adequada utilizando o indicador razão I/Q funcional (Aagaard *et al.*, 1997; Aagaard *et al.*, 1998; Aagaard *et al.*, 1995; Coombs

& Garbutt 2002). Para avaliações realizadas a velocidades elevadas, o valor de razão I_{exc}/Q_{con} parece tender para 100%, representando uma situação de equilíbrio funcional dos grupos musculares envolvidos (Aagaard *et al.*, 1997; Aagaard *et al.*, 1998; Aagaard *et al.*, 1995). No entanto, a razão I_{exc}/Q_{con} diminui com o decréscimo da velocidade angular, devido às características da relação momento - velocidade (Aagaard *et al.*, 1997; Aagaard *et al.*, 1998; Aagaard *et al.*, 1995). No presente estudo, o valor médio de razão I_{exc}/Q_{con} a $60^\circ \cdot s^{-1}$ para o membro dominante dos taekwondistas e indivíduos fisicamente ativos foi $93,9 \pm 17,6\%$ vs. $86,8 \pm 16,4\%$ respetivamente e para o membro não dominante foi $90,9 \pm 13,5\%$ vs. $81,1 \pm 12,2\%$ respetivamente. Para a velocidade angular intermédia ($180^\circ \cdot s^{-1}$), o valor médio de razão I_{exc}/Q_{con} do membro dominante dos taekwondistas e indivíduos fisicamente ativos foi $132,8 \pm 29,3\%$ vs. $118,1 \pm 19,0\%$ respetivamente e para o membro não dominante foi $124,5 \pm 28,6\%$ vs. $114,6 \pm 21,2\%$ respetivamente. A razão I/Q funcional (representativa do movimento de extensão) aumentou com o aumento da velocidade angular para extensão, indo ao encontro com os estudos publicados na área (Aagaard *et al.*, 1995; Aagaard *et al.*, 1998; Hewett, *et al.*, 2008). Na diferença entre grupos para a razão I/Q, verificou-se apenas diferenças estatisticamente significativas para a razão I_{exc}/Q_{con} $60^\circ \cdot s^{-1}$ para o membro não dominante. Embora os dois valores sejam próximos de 100%, os taekwondistas tiveram um resultado superior comparativamente aos indivíduos fisicamente ativos ($90,9 \pm 13,5\%$ vs. $81,1 \pm 12,2\%$; $p = 0,028$, respetivamente). Mesmo assim, a informação conjuntamente proporcionada pelos indicadores razão I/Q convencional e razão I/Q funcional (representativa do movimento de extensão) sugere que os taekwondistas e indivíduos fisicamente ativos são funcionalmente equilibrados.

Na comparação bilateral das extremidades corporais, é normalmente assumida como regra a simetria, ou seja, é presumido que grupos musculares homólogos produzam níveis de força similares (Gonçalves, 2004). De acordo com o autor, em condições normais da comparação bilateral dos membros inferiores, não são esperadas diferenças na produção de força em indivíduos que participam em atividades físicas simétricas. No presente estudo, não foram encontradas diferenças bilaterais de força entre membros inferiores nos taekwondistas. De facto, estes atletas têm uma atividade física simétrica nos membros inferiores, porque são incentivados a praticar esta arte marcial simetricamente. De acordo com Kim e col. (2011), os taekwondistas não apresentam diferenças na força entre o membro dominante e o não dominante porque as técnicas de “pontapés” são realizadas simetricamente, não havendo por isso preferência na execução destas técnicas com apenas um membro inferior (dominante ou

não dominante). De facto, os atletas do presente estudo tiveram resultados inferiores a 5% no défice bilateral de força. Segundo Gonçalves (2004), são considerados como normais desequilíbrios bilaterais inferiores a 10% para indivíduos saudáveis. Por sua vez, os indivíduos fisicamente ativos apresentaram uma diferença bilateral de força inferior a 9%, mas tendencialmente superior ao défice bilateral de força dos taekwondistas ($p > 0,05$). Mesmo assim, a informação proporcionada pelo défice bilateral de força no presente estudo sugere que os taekwondistas e os indivíduos fisicamente ativos apresentaram défices bilaterais de força normais (abaixo dos 10% estipulado para indivíduos saudáveis), ou seja, os grupos musculares homólogos da articulação do joelho (*quadriceps* e isquiotibial) dos dois grupos avaliados, produziram níveis de força similares.

Os resultados dos *hop tests* demonstraram que embora sem diferenças estatisticamente significativas (exceto para o SHTD dominante), os taekwondistas apresentaram valores tendencialmente superiores na capacidade no salto em distância no SHTD, THTD, CHTD e tendencialmente mais rápidos no SixHTT ao percorrer 6 metros em menor tempo, que os indivíduos fisicamente ativos, para as duas articulações do joelho. No SHTD verificaram-se diferenças estatisticamente significativas para o membro inferior dominante dos taekwondistas, comparativamente aos indivíduos fisicamente ativos ($159,4 \pm 18,3$ cm vs. $146,6 \pm 19,0$ cm respetivamente; $p = 0,046$). Já no membro não dominante, não foram verificadas diferenças significativas entre grupos ($158,8 \pm 14,3$ cm vs. $148,6 \pm 22,2$ cm respetivamente; $p = 0,112$). No THTD, o resultado foi também tendencialmente superior ($p > 0,05$) nos taekwondistas, para os membros dominantes ($523,8 \pm 60,9$ cm vs. $499,4 \pm 67,8$, respetivamente; $p = 0,265$) e para os membros não dominantes ($519,2 \pm 57$ cm vs. $506,6 \pm 72,7$ cm, respetivamente; $p = 0,566$). No CHTD, os resultados continuaram a ser tendencialmente superiores nos taekwondistas para os membros inferiores dominantes ($500,4 \pm 54,1$ cm vs. $464,5 \pm 60,3$ cm, respetivamente; $p = 0,069$) e para os membros inferiores não dominantes ($486,1 \pm 53,3$ cm vs. $463,9 \pm 63,0$ cm, respetivamente; $p = 0,262$). No SixHTT, os taekwondistas também foram tendencialmente mais rápidos para os membros inferiores dominantes ($2,1 \pm 0,5$ s vs. $2,2 \pm 0,4$ s respetivamente; $p = 0,486$) e para os membros inferiores não dominantes ($2,0 \pm 0,3$ s vs. $2,2 \pm 0,3$ s respetivamente; $p = 0,087$). Como mencionado anteriormente, apenas o SHTD apresentou diferenças significativas ($p = 0,046$) para o membro dominante entre os dois grupos. Booher e col. (1993) determinaram que não há diferenças significativas entre membros inferiores dominantes e não dominantes em

indivíduos saudáveis para o SHTD e SixHTT. Deste modo, percebe-se que os taekwondistas tiveram maior capacidade no salto em distância no SHTD para o membro inferior dominante. English e col. (2006) sugerem que a inclusão do peso corporal em avaliações dos *hop tests*, deverá ser um método a adotar pelos investigadores. De acordo com os autores, se uma pessoa apresentar maior peso corporal e percorrer a mesma distância em salto comparativamente a um indivíduo menos pesado, maior força é gerada nos músculos do membro inferior do indivíduo mais pesado. Deste modo, é sugerido que o peso corporal deverá ser tido em conta durante a realização dos *hop tests* (especialmente o SHTD), porque acredita-se que a inclusão do peso corporal para avaliação da funcionalidade dos *hop tests*, fornecem dados mais concretos sobre o grau de funcionalidade da articulação do joelho, comparativamente apenas à distância percorrida que é independente da variável peso. Deste modo, é aconselhável que em futuros estudos, a avaliação do grau de funcionalidade dos *hop test* deverão ser normalizados relativamente ao peso corporal. No presente estudo, foram detetadas diferenças significativas no peso entre taekwondistas e indivíduos fisicamente ativos. Neste caso, os taekwondistas foram significativamente mais pesados. Uma vez que a inclusão da variável peso parece ser um método mais eficaz para obter dados mais concretos sobre o grau de funcionalidade dos *hop tests*, outra limitação a apontar neste estudo foi não incluir a variável peso na execução dos testes de salto em todos os sujeitos avaliados.

Keays e col. (2003), num estudo realizado em 31 sujeitos (22 homens e 9 mulheres, com idade média de 27 ± 6 anos) com rutura do ligamento cruzado anterior unilateral (todos do membro inferior dominante), reportaram valores inferiores no salto em distância para o SHTD e THTD comparativamente aos do presente estudo (provavelmente por apresentarem lesão da articulação do joelho). Contudo, quando avaliado o membro inferior contralateral (saudável), o SHTD apresentou um resultado de $149,6 \pm 26,9$ cm (valor superior ao dos indivíduos fisicamente ativos e inferior ao dos taekwondistas) e no THTD foi $438,9 \pm 84,47$ cm (valor inferior ao dos indivíduos fisicamente ativos e taekwondistas). Baltaci, Yilmaz & Atay (2012) estudaram a capacidade no salto em distância da articulação do joelho entre indivíduos operados (idade: $29,6 \pm 5,9$ anos; estatura: $176,4 \pm 8,3$ cm; peso: $77,7 \pm 10,3$ kg) após rutura do ligamento cruzado anterior, com um grupo de controlo de 15 indivíduos fisicamente ativos saudáveis (idade: $27,0 \pm 6,2$ anos; estatura: $176,7 \pm 6,9$ cm; peso: $76,7 \pm 5,7$ kg), todos do sexo masculino e a pertencer à escala de atividade *Tegner* nível 7 (no presente estudo determinou-se que os indivíduos fisicamente ativos compreenderiam os níveis 5 a 7). Os resultados apresentados nesse grupo de controlo demonstraram resultados inferiores comparativamente aos taekwondistas do presente estudo para o THTD ($D = 502,8 \pm 52,4$ cm;

ND = $488,9 \pm 68,7$ cm vs. D = $523,8 \pm 60,9$ cm; ND = $519,2 \pm 57,0$ cm, respetivamente), e para o CHTD (D = $429,8 \pm 54,3$ cm; ND = $431,2 \pm 58,3$ cm vs. D = $500,4 \pm 54,1$ cm; ND = $486,1 \pm 53,3$ cm, respetivamente). Porém, os taekwondistas saltaram ligeiramente menos comparativamente aos indivíduos do grupo de controlo para o SHTD (D = $159,4 \pm 18,3$ cm; ND = $158,8 \pm 14,3$ cm vs. D = $177,4 \pm 11,8$ cm; ND = $170,2 \pm 22,3$ cm, respetivamente) e foram ligeiramente mais lentos no SixHTT (D = $2,1 \pm 0,5$ s; ND = $2,0 \pm 0,3$ s vs. D = $2,0 \pm 0,3$ s; ND = $1,9 \pm 0,2$ s, respetivamente). Por sua vez, comparando os resultados obtidos entre esse grupo de controlo com os indivíduos fisicamente ativos do presente estudo, os resultados continuaram a ser superiores no grupo de controlo para o salto em distância no SHTD (bilateralmente) e no THTD (membro dominante), e mais rápidos no SixHTT bilateralmente, enquanto os indivíduos fisicamente ativos apenas saltaram em maior distância no THTD (com o membro não dominante) e no CHTD (bilateralmente). No presente estudo, os indivíduos fisicamente ativos não pertenceram apenas ao nível 7 da escala de Tegner, mas estavam sim entre os níveis 5 a 7. Níveis superiores na referida escala implicam maior intensidade nas atividades físicas realizadas, levando a crer que os indivíduos que constituíram o grupo de controlo do estudo supracitado tinham maior aptidão física comparativamente aos indivíduos fisicamente ativos, o que demonstrou melhores resultados no SHTD e SixHTT bilateralmente, e THTD (membro dominante). Por outro lado, quando comparado o respetivo grupo de controlo com os taekwondistas, continuaram a ser evidentes resultados superiores no SHTD e SixHTT bilateralmente nesse grupo de controlo, embora demonstrassem também resultados inferiores no THTD e CHTD. Estes resultados levaram a crer que o nível de atividade física entre o grupo de controlo e os taekwondistas foi muito semelhante, logo, as capacidades adquiridas nas técnicas de salto dos taekwondistas induzidas pela sua prática desportiva, não evidenciaram resultados muito superiores comparativamente a indivíduos pertencentes ao grupo de controlo (indivíduos fisicamente ativos). De facto, num estudo publicado por Ross, Langford & Whelan (2002) realizado com 18 homens militares saudáveis da Força Aérea Americana (idade: $20,2 \pm 1,2$ anos; estatura: $178,9 \pm 9,1$ cm; peso: $73,8 \pm 10,3$ kg), apresentaram resultados superiores em todos os *hop tests* comparativamente aos taekwondistas e indivíduos fisicamente ativos deste estudo. Estes militares realizaram os testes de salto durante dois dias, com uma diferença de 31 dias de intervalo, e como critério de inclusão, teriam de praticar exercício físico 5 vezes por semana. O salto foi efetuado apenas com um membro inferior randomizado. Os resultados do dia 1 foram $208,08 \pm 16,80$ cm no SHTD, $670,12 \pm 63,79$ cm no THTD, $637,4 \pm 66,20$ cm no CHTD e $1,86 \pm 0,22$ s no SixHTT. No dia 2, os resultados foram $208,24 \pm 16,30$ cm no SHTD, $673,35 \pm 66,0$ cm no

THTD, $649,19 \pm 69,29$ no CHTD e $1,82 \pm 0,17$ s no SixHTT. Uma vez que os militares referiram praticar exercício físico 5 vezes por semana, ao contrário dos taekwondistas que referiram praticar aproximadamente 3 vezes por semana, provavelmente os resultados foram superiores nos militares devido à assiduidade nos seus treinos semanais. Por outro lado, o tipo de atividade física exigida na Força Aérea Americana é muito provavelmente mais rigorosa e com maior intensidade física comparativamente aos taekwondistas deste estudo. Por sua vez, apenas 1 taekwondista do presente estudo admitiu participar em torneios internacionais (atleta de elite). Se no presente estudo fossem avaliados mais taekwondistas de elite, provavelmente os resultados apresentados nos *hop tests* não seriam tão discrepantes, quando comparados com militares de elite da Força Aérea Americana.

O ISMI foi desenvolvido por Noyes e col. (1991) para avaliar as diferenças entre dois membros inferiores nos testes funcionais. Noutro estudo, Noyes e col. (1989) referiram que a diminuição do desempenho nos testes funcionais pode-se dever a défices de força, dor e problemas psicológicos. Estes autores encontraram ISMI para população saudável acima dos 85%, independentemente do lado dominante, nível de atividade desportiva praticada e género. No presente estudo, a avaliação no grupo de taekwondistas e de indivíduos fisicamente ativos foi superior a 95%. De facto, os resultados foram bastante semelhantes entre os dois grupos e sem diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$), provavelmente porque no presente estudo foram estudados apenas indivíduos saudáveis e sem lesão aparente da articulação do joelho (critério de inclusão). No estudo de Baltaci e col. (2012), foram identificadas diferenças significativas e inferiores nos testes SHTD e SixHTT em 15 indivíduos em reabilitação a rutura do ligamento cruzado anterior (grupo experimental) comparativamente a 15 indivíduos masculinos saudáveis (grupo controlo). Embora os resultados do ISMI sejam superiores a 88% no grupo experimental (devido à reabilitação do pós operatório), foram significativamente inferiores aos do grupo de controlo. No grupo de controlo, os resultados do ISMI foram $95,7 \pm 8,5\%$ para o SHTD e $100,9 \pm 7,3\%$ para o SixHTT. Estes resultados são muito próximos aos achados neste estudo para o ISMI do SHTD entre taekwondistas e indivíduos fisicamente ativos ($100,1 \pm 6,6\%$ vs. $101,3 \pm 7,5\%$ respetivamente; $p = 0,588$) e para o SixHTT ($103,4 \pm 14,2\%$ vs. $100,8 \pm 7,7\%$ respetivamente; $p = 0,498$), provavelmente por se tratar de indivíduos saudáveis. Por sua vez, no estudo de Noyes e col. (1991) foram identificados ISMI inferiores a 85% em 52% dos indivíduos para o SHTD e 49% para o SixHTT, provavelmente por terem sido avaliados sujeitos com problemas no ligamento cruzado anterior.

No presente estudo, parece evidente que os taekwondistas e os indivíduos fisicamente ativos tiveram um bom desempenho nos testes funcionais, com resultados muito favoráveis no ISMI e sem observações de qualquer tipo de limitação funcional dos membros inferiores (provavelmente por serem sujeitos saudáveis sem lesão aparente da articulação do joelho). Deste modo, é importante referir que todos os sujeitos avaliados neste estudo apresentaram um grau de funcionalidade bilateral normal da articulação do joelho, o que diminuiu a hipótese da ocorrência de lesões nesta articulação em indivíduos aparentemente saudáveis. Isso leva-nos a inferir que há boa integridade do controlo neuromuscular, força, e capacidades funcionais dos membros inferiores testados em ambos os grupos.

Os resultados obtidos no questionário de medida KOOS, não evidenciaram diferenças significativas entre grupos ($p > 0,05$). Na verdade, as 5 dimensões apresentaram resultados superiores a 88%. Estes resultados são superiores aos descritos por Gonçalves, *et al.*, (2009), cujos resultados identificados apresentaram valores médios compreendidos entre $14 \pm 17,8\%$ e $42,1 \pm 18,3\%$. Provavelmente, a inferioridade destes resultados, devem-se ao facto de serem avaliados sujeitos com diagnóstico de artrose da articulação do joelho e presença de sintomatologia desta região, contrariamente aos indivíduos do presente estudo (aparentemente saudáveis). Na verdade, a maioria da literatura pesquisada estuda a relação do KOOS em indivíduos com problemas físicos da articulação joelho, logo, os resultados deste estudo apresentaram valores superiores no estado de saúde da articulação do joelho comparativamente à maioria dos estudos publicados (provavelmente porque eram indivíduos aparentemente saudáveis). Contudo, parece pertinente estudar se os taekwondistas estavam sujeitos a um aumento da sintomatologia da articulação do joelho durante a sua prática desportiva, comparativamente a outras atividades desportivas de carácter recreativo em não atletas. Desta forma, parece que tanto o treino de taekwondo como a prática de atividades desportivas de carácter recreativo (para as atividades desportivas recreativas estudadas), não induziram pior estado de saúde da articulação do joelho.

Sabe-se que a avaliação pessoal do estado de saúde pelo instrumento de medida KOOS varia consoante a idade e género na população em geral (Paradowski, Bergman, Sundén-Lundius, Lohmander & Roos, 2006). Neste estudo, a variável idade foi relativamente homogénea e só foram incluídos sujeitos do género masculino. Frobell e col. (2008) identificaram que indivíduos com historial de lesão da articulação do joelho apresentavam menor pontuação no KOOS (pior estado de saúde), comparativamente a indivíduos sem historial. No presente estudo, provavelmente não houve diferenças entre grupos para nenhuma das dimensões

avaliadas pelo KOOS, porque um dos critérios de exclusão era a presença de lesões traumáticas no joelho e presença de sintomatologia significativa do joelho que impedisse, ou tornasse indesejável a realização dos testes físicos, podendo deste modo, justificar a elevada pontuação obtida no KOOS para ambos os grupos.

Na avaliação intragrupos, apenas a mobilidade articular dos indivíduos fisicamente ativos apresentou diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) entre membros inferiores nos testes AKF e PKE ($p = 0,044$ vs. $p = 0,001$, respetivamente). Neste caso, os indivíduos fisicamente ativos apresentaram maior flexibilidade do músculo reto femoral do membro dominante comparativamente ao membro não dominante ($123,9 \pm 5,5^\circ$ vs. $121,3 \pm 5,4^\circ$ respetivamente). No estudo de Wang e col. (1993) não foram encontradas diferenças significativas na flexibilidade do reto femoral (teste de *Thomas* modificado) entre membros inferiores dominantes e não dominantes em corredores e não corredores. Por sua vez, Alter (2004) admite que na maioria dos casos, há menor amplitude articular no membro dominante, comparativamente ao não dominante. Para a articulação do ombro, foram encontradas menores amplitudes articulares na rotação interna do membro superior dominante em tenistas. Outro estudo do mesmo autor, refere que os homens adultos têm menor flexibilidade na articulação do ombro dominante comparativamente ao ombro não dominante e que provavelmente, este fenómeno se deve às adaptações musculares decorrentes das suas atividades físicas (Alter, 2004). Contudo, os resultados do presente estudo para o teste AKF referem que o membro dominante tem maior flexibilidade no músculo reto femoral comparativamente ao contra lateral. Uma das hipóteses que poderá justificar maior flexibilidade no músculo reto femoral do membro inferior dominante nos indivíduos fisicamente ativos é a prática de alongamentos (com maior ênfase no membro inferior dominante), com objetivo de aumentar a sua flexibilidade.

Na mobilidade articular dos indivíduos fisicamente ativos, também foram encontradas diferenças superiores no PKE ($p < 0,05$), mas desta vez a amplitude articular do membro inferior não dominante foi superior à amplitude articular do membro inferior dominante ($1,0 \pm 2,5^\circ$ vs. $0,0 \pm 2,2^\circ$). O teste PKE é um método fiável para aceder à “rigidez passiva” do grupo muscular isquiotibial. Embora no presente estudo sejam apresentadas diferenças significativas no PKE entre as duas articulações do joelho dos indivíduos fisicamente ativos, parece que a amplitude articular para o movimento PKE do membro dominante destes sujeitos se enquadra dentro dos valores normais de funcionalidade, uma vez que apresenta valores próximos de 0° de extensão da articulação do joelho. Deste modo, é possível observar que a “rigidez passiva” do grupo muscular isquiotibial do membro dominante apresenta uma rigidez normal.

Na dinamometria isocinética, os indivíduos fisicamente ativos evidenciaram diferenças estatisticamente significativas entre o membro dominante e o membro não dominante para o movimento de flexão em modo concêntrico à velocidade $60^\circ \cdot s^{-1}$ ($117,0 \pm 26,2$ N.m vs. $104,9 \pm 18,4$ N.m; $p = 0,02$). No estudo de Weber e col. (2010), também se verificaram diferenças superiores no membro dominante em relação ao membro não dominante ($p < 0,05$) na produção de força dos membros inferiores para os movimentos de flexão em modo concêntrico à velocidade $60^\circ \cdot s^{-1}$ em futebolistas, mais concretamente entre médios e defesas. Os autores defendem que os jogadores de futebol, raramente utilizam de igual forma os membros inferiores e que por isso, apresentam maior força no lado dominante para atividades específicas de jogo, contrariamente ao membro não dominante. De acordo com os resultados do presente estudo, parece que os indivíduos fisicamente ativos apresentaram maior produção de força para o movimento de flexão concêntrica da articulação do joelho dominante, provavelmente porque o tipo de atividades desportivas praticadas induziram maior produção de força para flexão concêntrica no lado dominante (pelo menos a baixas velocidades). Já nos taekwondistas, também houve diferenças significativas na produção de força no movimento de extensão concêntrica à velocidade $180^\circ \cdot s^{-1}$, mas neste grupo, o resultado foi ligeiramente superior no membro não dominante comparativamente ao membro dominante ($153,4 \pm 32,1$ N.m vs. $146,7 \pm 28,6$ N.m; $p = 0,048$). Contrariamente aos indivíduos fisicamente ativos que têm uma tendência superior na produção de força muscular no membro dominante (com exceção do movimento de extensão concêntrica a $60^\circ \cdot s^{-1}$), parece haver uma tendência semelhante na produção de força muscular dos dois membros inferiores nos taekwondistas (apesar de se verificar ligeiras diferenças significativas na produção de força muscular da articulação do joelho no movimento de extensão concêntrica à velocidade $180^\circ \cdot s^{-1}$) porque se observaram momentos máximos tendencialmente superiores tanto no membro dominante, como no membro não dominante, para as avaliações isocinéticas testadas.

No parâmetro de razão I/Q, os indivíduos fisicamente ativos apresentaram diferenças significativamente superiores na razão I_{con}/Q_{con} $60^\circ \cdot s^{-1}$ do membro dominante vs. membro não dominante ($61,4 \pm 9,7\%$ vs. $55,1 \pm 7,5\%$ respetivamente; $p = 0,012$). Já nos taekwondistas, também houve diferenças estatisticamente significativas entre membros inferiores nas razões I_{con}/Q_{con} $180^\circ \cdot s^{-1}$ ($D = 69,5 \pm 8,8\%$; $ND = 64,6 \pm 8,0\%$; $p = 0,023$) e I_{exc}/Q_{con} $180^\circ \cdot s^{-1}$ ($D = 132,8 \pm 29,3\%$; $ND = 124,5 \pm 28,6\%$; $p = 0,039$). Os resultados identificados nos taekwondistas sugerem que há maior equilíbrio funcional no membro inferior dominante, pelo menos a velocidades mais elevadas. Porém, embora sejam evidentes diferenças significativas nas razões I/Q para os dois grupos, os valores obtidos para as duas razões I/Q (convencional e

funcional) vão de encontro aos valores normais estipulados na literatura (Aagaard *et al.*, 1998; Aagaard *et al.*, 1997; Aagaard *et al.*, 1995; Baltzopoulos & Brodie, 1989). Deste modo, a informação conjuntamente proporcionada pelos indicadores razão I/Q convencional e razão I/Q funcional (representativa do movimento de extensão) sugere que os taekwondistas e os indivíduos fisicamente ativos são funcionalmente equilibrados para ambos os membros inferiores.

Nos *hop tests*, apenas se verificaram diferenças significativas nos taekwondistas. Nestes atletas, o membro dominante apresentou maior capacidade no salto comparativamente ao membro não dominante apenas no CHTD ($500,4 \pm 54,1$ cm vs. $486,1 \pm 53,3$ cm; $p = 0,048$). Observando o desempenho dos restantes testes para saltos em distância nestes atletas (SHTD, THTD), verificou-se uma tendência ($p > 0,05$) do membro inferior dominante em percorrer maior distância que o membro inferior não dominante. Provavelmente, os taekwondistas deste estudo deram ligeira preferência ao membro dominante na execução dos saltos para distância, durante a sua prática desportiva. Por outro lado, é importante salientar que todos os sujeitos avaliados neste estudo pareceram não apresentar desequilíbrios da “homeostasia” articular e muscular, após a realização destes testes funcionais.

6. CONCLUSÕES

Na comparação entre grupos (taekwondistas vs. indivíduos fisicamente ativos), os resultados sugerem que:

Houve diferenças no peso e IMC entre grupos. Neste caso, os taekwondistas foram significativamente mais pesados e apresentaram maiores IMC.

Os taekwondistas apresentaram uma distribuição diferente para os membros inferiores dominantes e não dominantes, talvez pelas características físicas da própria amostra.

O grupo muscular isquiotibial apresentou maior flexibilidade nos taekwondistas, talvez porque a prática de taekwondo exige maior flexibilidade deste grupo muscular comparativamente às restantes regiões musculares.

Nos testes por dinamometria isocinética e sem normalização por peso corporal, os taekwondistas foram mais fortes na produção de força muscular para a generalidade dos movimentos isocinéticos testados. Por sua vez, ao relacionar a produção de força muscular isocinética com a normalização por peso corporal, os taekwondistas apenas foram significativamente mais fortes na produção de força pelos grupos musculares flexores em modo excêntrico para as duas velocidades isocinéticas testadas ($60^{\circ}\cdot s^{-1}$ e $180^{\circ}\cdot s^{-1}$). O aumento de força excêntrica do grupo muscular isquiotibial poderá ter sido influenciado pela metodologia de treino adotada na arte marcial taekwondo.

A informação conjuntamente proporcionada pelos indicadores razão I/Q convencional e razão I/Q funcional (representativa do movimento de extensão) sugere que os taekwondistas e indivíduos fisicamente ativos foram funcionalmente equilibrados, relatando a capacidade de estabilização articular do joelho e protetora de lesões do ligamento cruzado anterior.

A informação proporcionada pelas diferenças bilaterais de força muscular e movimento articular, sugerem que os taekwondistas e os indivíduos fisicamente ativos apresentaram défices bilaterais de força muscular e movimento articular normais.

Os taekwondistas saltaram mais no SHTD apenas com o membro dominante. Contudo, verificou-se que todos os intervenientes deste estudo tiveram bom desempenho nos testes funcionais (*hop tests*), apresentando ISMI superiores a 95%. Estes resultados sugerem que a funcionalidade bilateral da articulação do joelho é normal, o que diminui a hipótese da ocorrência de lesões nesta articulação em indivíduos aparentemente saudáveis. Estes factos

levam a crer que há boa integridade do controlo neuromuscular, força muscular e capacidades funcionais dos membros inferiores avaliados em ambos os grupos.

Na avaliação do estado de saúde da articulação do joelho, parece que o treino de taekwondo e a prática de atividades desportivas de carácter recreativo (para as atividades desportivas recreativas estudadas), não induziram pior estado de saúde desta articulação. Por outro lado, a exclusão de sujeitos que apresentassem lesões traumáticas na articulação do joelho e com sintomatologia significativa do joelho que impedisse, ou tornasse indesejável a realização dos testes físicos do presente estudo, poderá também justificar o bom estado de saúde desta articulação nos indivíduos avaliados.

Na comparação intragrupos, os resultados sugerem que:

O movimento articular da articulação do joelho é semelhante entre os membros inferiores dos taekwondistas. Nos indivíduos fisicamente ativos, parece que o músculo reto femoral apresentou maior flexibilidade no membro inferior dominante comparativamente ao membro inferior não dominante e houve maior mobilidade articular no movimento de extensão passiva da articulação do joelho nesse grupo. Contudo, os resultados sugerem que a mobilidade articular (ativa e passiva) é aparentemente normal nos dois grupos.

A produção de força muscular entre taekwondistas e indivíduos fisicamente ativos foi semelhante entre membros inferiores para cada grupo.

Os taekwondistas apresentaram diferenças significativas nas razões I/Q convencional e funcional à velocidade $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ entre os membros inferiores, sugerindo que há maior equilíbrio funcional no membro inferior dominante comparativamente ao membro inferior não dominante, pelo menos a velocidades mais elevadas. Já os indivíduos fisicamente ativos, apresentaram maior razão I_{con}/Q_{con} $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ também no membro inferior dominante. Contudo, os resultados encontrados neste estudo para as razões I/Q (convencional e funcional) sugerem que há um equilíbrio funcional e equilibrado entre os membros inferiores, relatando a capacidade de estabilização articular do joelho e protetora de lesões do ligamento cruzado anterior nos dois membros inferiores em ambos os grupos.

Os dois grupos saltaram com uma distância e tempo semelhante entre membros inferiores, sugerindo a ausência de desequilíbrios da “homeostasia” articular e muscular.

Na realização de futuros estudos com uma temática semelhante à do presente estudo, é recomendável que:

Sejam incluídos taekwondistas de elite, uma vez que são os atletas mais adaptados às exigências físicas decorrentes da prática de taekwondo.

Se realizem mais avaliações sobre os indicadores antropométricos e sobre a composição corporal.

A variável peso seja incluída na avaliação do grau de funcionalidade dos *hop tests*.

Sejam estudadas outras atividades desportivas de carácter recreativo, para perceber se a inclusão de outras actividades, apresentam (ou não) resultados diferentes na mobilidade articular, força muscular, função física e estado de saúde da articulação do joelho entre grupos e intragrupos, comparativamente a este estudo.

7. REFERÊNCIAS

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, S. P., Halkjaer-Kristensen, J., & Dyhre-Poulsen, P. (2000). Neural inhibition during maximal eccentric and concentric quadriceps contraction: effects of resistance training. *J Appl Physio*, 89(6), 2249-2257.
- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Beyer, N., Larsson, B., Magnusson, P., & Kjaer, M. (1997). Isokinetic muscle strength and capacity for muscular knee joint stabilization in elite sailors. *Int J Sports Med*, 18(7), 521-5.
- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Magnusson, S. P., Larsson, B., & Dyhre-Poulsen, P. (1998). A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio. *Am J Sports Med*, 26(2), 231-237.
- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Trolle, M., Bangsbo, J., & Klausen, K. (1995). Isokinetic hamstring/quadriceps strength ratio: influence from joint angular velocity, gravity correction and contraction mode. *Acta Physiol Scand*, 154(4), 421-427.
- American College of Sports Medicine. (Ed.). (2009). *Guidelines for exercise testing and prescription* (8th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Alonso, J., McHugh, M. P., Mullaney, M. J., & Tyler, T. F. (2009). Effect of hamstring flexibility on isometric knee flexion angle-torque relationship. *Scand J Med Sci Sports*, 19(2), 252-256.
- Alter, M. J. (2004). *Science of flexibility*. (3th ed.). Champaign: Human Kinetics.
- Aquino, C. F., Fonseca, S. T., Gonçalves, G. G., Silva, P. L., Ocarino, J. M., & Mancini, M. C. (2010). Stretching versus strength training in lengthened position in subjects with tight hamstring muscles: a randomized controlled trial. *Man Ther*, 15(1), 26-31.
- Aquino, M. A., Leme, L. E., Amatuzzi, M. M., Greve, J. M., Terreri, A. S., Andrusaitis, F. R., & Nardelli, J. C. (2002). Isokinetic assessment of knee flexor/extensor muscular strength in elderly women. *Rev Hosp Clin Fac Med Sao Paulo*, 57(4), 131-134.
- Artioli, G. G., Iglesias, R. T., Franchini, E., Gualano, B., Kashiwagura, D. B., Solis, M. Y., Benatti, F. B., Fuchs, M., & Lancha, A. H. (2010). Rapid weight loss followed by recovery times does not affect judo-related performance. *J Sports Sci*, 1, 21-32.
- Athanasios, Z., Christos, G., George, D., & Nikolaos, Z. (2005). Bilateral peak torque of the knee extensor and flexor muscles in elite and amateur male soccer players. *Physical Training*, 1-10.
- Babault, N., Pousson, M., Ballay, Y., & Van Hoecke, J. (2001). Activation of human quadriceps femoris during isometric, concentric, and eccentric contractions. *J Appl Physio*, 91(6), 2628-2634.
- Bakhtiary, A. H., Fatemi, E., Khalili, A., & Ghorbani, R. (2011). Localised application of vibration improves passive knee extension in women with apparent reduced hamstring extensibility: A randomized trial. *Journal of Physiotherapy*, 57.

- Baltaci, G., Yilmaz, G., & Atay, A. O. (2012). The outcomes of anterior cruciate ligament reconstructed and rehabilitated knees versus healthy knees: A functional comparison. *Ata Orthop Traumatol Turc*, 46(3), 186-195.
- Baltzopoulos, V., & Brodie, D. (1989). Isokinetic dynamometry: Applications and limitations. *Sports Medicine*, 8, 101-116.
- Beis, K., Tsaklis, P., Pieter, W., & Abatzides, G. (2001). Taekwondo competition injuries in greek young and adult athletes. *Eur J Sports Traumatol Rel Res*, 23, 130–136.
- Beltman, J. G., Sargeant, A. J., Van Mechelen, W., & Haan, A. (2004). Voluntary activation level and muscle fiber recruitment of human quadriceps during lengthening contractions. *J Appl Physiol*, 97(2), 619-626.
- Birrer, R. B. (1996). Trauma epidemiology in the martial arts: The results of an eighteen-year international survey. *Am J Sports Med*, 24, 72–79.
- Bolglia, L. A., & Keskula, D. R. (1997). Reliability of lower extremity functional performance tests. *JOSPT*, 26(3).
- Booher, L. D., Hench, K. M., Worrell, T. W., & Stikeleather, J. (1993). Reliability of three single-leg hop tests. *J Sport Rehab*, 2, 165–170.
- Booth, F. W., & Lees, S. J. (2006). Physically active subjects should be the control group. *Med. Sc. Sports Ex*, 38, 405-406.
- Borsa, P. A., Lephart, S. M., & Irrgang, J. J. (1998). Comparison of performance-based and patient-reported measures of function in anterior cruciate ligament-deficient individuals. *J Orthop Sports Phys Ther*, 28, 392-399.
- Bozic, P. R., Pazin, N. R., Berjan, B. B., Planic, N. M., & Cuk, I. D. (2010). Evaluation of the field tests of flexibility of the lower extremity: Reliability and the concurrent and factorial validity. *J Strength Cond Res*, 24(9), 2523-2531.
- Brooks, D. (Ed.). (2000). *Manual do Personal Trainer – um guia para o condicionamento físico completo* (1ª ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Brown, L. E., (Ed.). (2000). *Isokinetics in Human Performance* (1st ed.). Champaign: Human Kinetics.
- Brudnak, M.A., Dundero, D., & Van Hecke, F.M. (2002). Are the 'hard' martial arts, such as the korean martial art, taekwondo, of benefit to senior citizens? *Med Hypotheses*, 59(4), 485-491.
- Cabri, J. M. H. (1991). Isokinetic strength aspects of human joints and muscles. *Critical Reviews in Biomedical Engineering*, 19(2,3), 231-259.
- Cailliet, R. (Ed.). (2005). *Anatomia Funcional Biomecânica* (1ª ed.). Espanha: Marban.
- Chiodo, S., Tessitore, A., Cortis, C., Lupo, C., Ammendolia, A., Iona, T., & Capranica, L. (2011). Effects of official Taekwondo competitions on all-out performances of elite athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2).

- Colvin, A. C., & Meislin, R. J. (2009). Posterior cruciate ligament injuries in the athlete diagnosis and treatment. *Bulletin of the NYU Hospital for Joint Diseases*, 67(1), 45-51.
- Coombs, R., & Garbutt, G. (2002). Developments in the use of hamstring/quadriceps ratio for the assessment of muscle balance. *Journal of Sports Science and Medicine*, 1, 56-62.
- D'Alessandro, R. L., Silveira, E. A. P., Anjos, M. T. S., Silva, A. A., & Fonseca, S. T. (2005). Análise da associação entre a dinamometria isocinética da articulação do joelho e o salto horizontal unipodal, hop teste, em atletas de voleibol. *Rev Bras Med Esporte*, 11(5).
- DeProft, E., Cabri, J., Dufour, W., & Clarys, J.P. (1988a). Strength training and kick performance in soccer players. In Reilly, T., Lees, A., Davids, K., & Murphy, W. *Science & football - proceedings of the 1st world congress of science and football* (pp. 108-113). London: E & FN Spon.
- DeProft, E., Clarys, J.P., Bollens, E., Cabri, J., & Dufour, W. (1988b). Muscle activity in the soccer kick. In Reilly, T., Lees, A., Davids, K., & Murphy, W. *Science & football - proceedings of the 1st world congress of science and football* (pp. 434-440). London: E & FN Spon.
- Devan, M. R., Pescatello, L. S., Faghri, P., & Anderson, J. (2004). A prospective study of overuse knee injuries among female athletes with muscle imbalances and structural abnormalities. *J Athl Train*, 39(3), 263-267.
- Drouin, J. M., Valovich-McLeod, T. C., Shultz, S. J., Gansneder, B. M., & Perrin, D. H. (2004). Reliability and validity of the biodex system 3 pro isokinetic dynamometer velocity, torque and position measurements. *Eur J Appl Physiol*, 91(1), 22-29.
- Ellenbecker, T. S., Roetert, E. P., Sueyoshi, T., & Riewald, S. (2007). A descriptive profile of age-specific knee extension flexion strength in elite junior tennis players. *Br J Sports Med*, 41(11), 728-732.
- English, R., Brannock, M., Chik, W. T., Eastwood, L. S., & Uhl, T. (2006). The relationship between lower extremity isokinetic work and single-leg functional hop-work test. *J Sport Rehabil*, 15, 95-104.
- 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.
- Felson, D. T., Niu, J., Clancy, M., Sack, B., Aliabadi, P. & Zhang, Y. (2007). Effect of recreational physical activities on the development of knee osteoarthritis in older adults of different weights: The framingham study. *Arthritis Rheum*, 57(1), 6-12.
- Fitzgerald, G. K., Axe, M. J., & Snyder-Mackler, L. (2000). A decision-making scheme for returning patients to high-level activity with nonoperative treatment after anterior cruciate ligament rupture. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 8, 76-82.
- Fitzgerald, G. K., Lephart, S. M., Hwang, J.H., & Wainner, M.R. (2001). Hop tests as predictors of dynamic knee stability. *J Orthop Sports Phys Ther*, 31, 588-597.

- Frobell, R. B., Svensson, E., Göthrick, M., & Roos, E.M. (2008). Self-reported activity level and knee function in amateur football players: the influence of age, gender, history of knee injury and level of competition. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 16(7), 713-719.
- Gajdosik, R., & Gary Lusin, G. (1983). Hamstring muscle tightness : Reliability of an active-knee-extension test. *Phys Ther*, 63, 1085-1088.
- Gajdosik, R. (1985). Rectus femoris muscle tightness: Intratester reliability of an active knee flexion test. *JOSPT*, 6(5), 289-292.
- Garn, S. M., Leonard, W. R., & Hawthorne, V. M. (1986). Three limitations of the body mass index. *Am J Clin Nutr*, 44(6), 996-997.
- Gleeson, N. P., & Mercer, T. H. (1996). The utility of isokinetic dynamometry in the assessment of human muscle function. *Sports Med*, 21, 18-34.
- Gnat, R., Kuszewski, M., Koczar, R., & Dziewońska, A. (2010). Reliability of the passive knee flexion and extension tests in healthy subjects. *J Manipulative Physiol Ther*, 33(9), 659-665.
- Gonçalves, R. S., & Pinheiro, J. P. (2003). Evolução do conceito de razão isquiotibiais/quadríceps na análise da articulação do joelho. *Rev Port Med Desp*, 21(104), 5-10.
- Gonçalves, R. S. (2004). Comparação bilateral em dinamometria isocinética. *Rev Port Med Desp*, 22, 33-36.
- Gonçalves, R. S., & Pinheiro, J. P. (2004). Características da força isocinética dos músculos extensores e flexores da articulação do joelho. *Rev Port Med Desp*, 22, 67-74.
- Gonçalves, R. S., Cabri, J., Pinheiro, J. P., & Ferreira, P. L. (2009). Cross-cultural adaptation and validation of the Portuguese version of the knee injury and osteoarthritis outcome score (KOOS). *Osteoarthritis Cartilage*, 17(9), 1156-1162.
- Gotlin, R. S., & Huie, G. (2000). Anterior cruciate ligament injuries. Operative and rehabilitative options. *Phys Med Rehabil Clin N Am*, 11(4), 895-928.
- Greenberger, H., & Paterno, M. V. (1995). Relationship of knee extensor strength and hopping test performance in the assessment of lower extremity function. *JOSPT*, 22(5), 202-206.
- Gross, M. T., Credle, J. K., Hopkins, L. A., & Kollins, T. M. (1990). Validity of knee flexion and extension peak torque prediction models. *Phys Ther*, 70(1), 3-10.
- Guyton, A. C., & Hall, J. E. (Ed.). (2001). *Tratado de Fisiologia Médica* (10ª ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.
- Hageman, P. A., Gillaspie, D. M., & Hill, L. D. (1988). Effects of speed and limb dominance on eccentric and concentric isokinetic testing of the knee. *J Orthop Sports Phys Ther*, 10(2), 59-65.
- Hall, S. J. (Ed.). (2000). *Biomecânica Básica* (3ª ed.). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A.

- Harvie, D., O'Leary, T., & Kumar, S. (2011). A systematic review of randomized controlled trials on exercise parameters in the treatment of patellofemoral pain: What works? *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, 4, 383-392.
- Heller, J., Peric, T., Dlouhá, R., Kohlíková, E., Melichna, J., & Nováková, H. (1998). Physiological profiles of male and female taekwon-do (ITF) black belts. *J Sports Sci*, 16(3), 243-249.
- Hewett, T. E., Myer, G. D., & Zazulak, B. T. (2008). Hamstrings to quadriceps peak torque ratios diverge between sexes with increasing isokinetic angular velocity. *J Sci Med Sport*, 11(5), 452-459.
- Jaiyesimi, A. O., & Jegede, O. O. (2009). Influence of Gender and Leg Dominance on Q-angle among young adult nigerians. *AJPARS*, 1(1), 18-23.
- Junge, A., Engebretsen, L., Mountjoy, M. L., Alonso, J. M., Renström, P. A., Aubry, M. J., & Dvorak, J. (2009). Sports Injuries During the Summer Olympic Games 2008. *The American Journal of Sports Medicine*, 10(10).
- Kadel, N. J. (2006). Foot and ankle injuries in dance. *Phys Med Rehabil Clin N Am*, 17, 813–826.
- Kapandji, I. A. (Ed.). (2000). *Fisiologia Articular: Membro inferior* (5^a ed.). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Kazemi, M., & Pieter, W. (2004). Injuries at the canadian national taekwondo championships: A prospective study. *BMC Musculoskelet Disord*, 5(22).
- Kazemi, M., Chudolinski, A., Turgeon, M., Simon, A., Ho, E., & Coombe, L. (2009). Nine year longitudinal retrospective study of Taekwondo injuries. *J Can Chiropr Assoc*, 53(4).
- Kazemi, M., Perri, G., & Soave, D. (2010). A profile of 2008 olympic taekwondo competitors. *J Can Chiropr Assoc*, 54(4).
- Kazemi, M., Rahman, A., & Ciantis, M. (2011). Weight cycling in adolescent taekwondo athletes. *J Can Chiropr Assoc*, 55(4).
- Kazemi, M., Shearer, H., & Choung, Y. S. (2005). Precompetition habits and injuries in taekwondo athletes. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 6(26).
- Kazemi, M., Waalen, J., Morgan, C., & White, A. R. (2006). A profile of olympic taekwondo competitors. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5, 114-121.
- Keays, S. L., Bullock-Saxton, J. E., Newcombe, P., & Keays, A. C. (2003). The relationship between knee strength and functional stability before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Orthopaedic Research*, 21, 231-237.
- Kellis, E., & Katis, A. (2007). Quantification of functional knee flexor to extensor moment ratio using isokinetics and electromyography. *J Athl Train*, 42(4), 477-485.
- Kim, H. B., Stebbins, C. L., Chai, J. H., & Song, J. K. (2011). Taekwondo training and fitness in female adolescents. *J Sports Sci*, 29(2), 133-138.

- Kovacs, M. S. (2006). Applied physiology of tennis performance. *Br J Sports Med*, 40(5), 381–386.
- Kujala, U. M., Taimela, S., Antti-Poika, I., Orava, S., Tuominen, R., & Myllynen, P. (1995). Acute injuries in soccer, ice hockey, volleyball, basketball, judo, and karate: analysis of national registry data. *BMJ*, 311(7018), 1465–1468.
- Leong, H. T., Fu, S. N., Ng, G. Y., & Tsang, W. W. (2011). Low-level taekwondo practitioners have better somatosensory organization in standing balance than sedentary people. *Eur J Appl Physiol*, 111(8), 1787-1793.
- Li, R. C., Maffulli, N., Hsu, Y. C., & Chan, K. M. (1996). Isokinetic strength of the quadriceps and hamstrings and functional ability of anterior cruciate deficient knees in recreational athletes. *Br J Sports Med*, 30(2), 161-164.
- Logerstedt, D. S., Snyder-Mackler, L., Ritter, R. C., Axe, M. J., & Godges, J. J. (2010). Knee stability and movement coordination impairments: Knee ligament sprain. Clinical practice guidelines linked to the international classification of functioning, disability, and health from the orthopaedic section of the american physical therapy association. *J Orthop Sports Phys Ther*, 40(4), 1-37.
- Lucca, J. A. & Kline, K. K. (1989). Effects of upper and lower limb preference on torque production in the knee flexors and extensors. *JOSPT*, 11(5), 202-207.
- Lystad, R. P., Pollard, H., & Graham, P. L. (2009). Epidemiology of injuries in competition taekwondo: A meta-analysis of observational studies. *J Sci Med Sport*, 12(6), 614-621.
- Machado, S. M., Osório, R. A., Silva, N. S., & Magini, M. (2010). Biomechanical analysis of the muscular power of martial arts athletes. *Med Biol Eng Comput*, 48(6), 573-577.
- Maddux, R. E. C., Kibler, W. B., & Uhl, T. (1989). Isokinetic peak torque and work values for the shoulder. *JOSPT*, 264-269.
- Magalhães, J., Oliveira, J., Ascensão, A., & Soares, J. M. C. (2001). Avaliação isocinética da força muscular de atletas em função do desporto praticado, idade, sexo e posições específicas. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 1(2), 13-21.
- Manal, T. J., & Snyder-Mackler, L. (1996). Practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation: A criterion-based rehabilitation progression. *Operative Techniques in Orthopaedics*, 6(3), 190-196.
- Marković, G., Misigoj-Duraković, M., & Trninić, S. (2005). Fitness profile of elite croatian female taekwondo athletes. *Coll Antropol*, 29(1), 93-99.
- McQuade, K. J., & Oliveira, A. S. (2011). Effects of progressive resistance strength training on knee biomechanics during single leg step-up in persons with mild knee osteoarthritis. *Clin Biomech*, 26(7), 741-748.
- Melhim, A. F. (2001). Aerobic and anaerobic power responses to the practice of taekwondo. *Br J Sports Med*, 35(4), 231-234.
- Mikkelsen, L. O., Nupponen, H., Kaprio, J., Kautiainen, H., Mikkelsen, M., & Kujala, U.M. (2006). Adolescent flexibility, endurance strength, and physical activity as predictors of

- adult tension neck, low back pain, and knee injury: A 25 year follow up study. *Br J Sports Med*, 40(2), 107-113.
- Misic, M. M., Valentine, R. J., Rosengren, K. S., Woods, J. A., & Evans, E. M. (2009). Impact of training modality on strength and physical function in older adults. *Gerontology*, 55(4), 411-416.
- National Health and Medical Research Council (2009). Guideline for the non-surgical management of hip and knee osteoarthritis. *The Royal Australian College of General Practitioners*.
- Negrete, R. J., Schick, E. A., & Cooper, J. P. (2007). Lower-limb dominance as a possible etiologic factor in noncontact anterior cruciate ligament tears. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(1), 270–273.
- Neto, M. S., Simões, R., Neto, J. A. G., & Cardone, C. P. (2010). Avaliação isocinética da força muscular em atletas profissionais de futebol feminino. *Rev Bras Med Esporte*, 16(1).
- Noorul, H. R., Pieter, W., Erie, Z. Z. (2008). Physical fitness of recreational adolescent taekwondo athletes. *Brazilian Journal of Biomotricity*, 2(4), 230-240.
- Nordin, M., & Frankel, V. H. (Ed.). (2004). *Biomecânica Básica del Sistema Musculoesquelético* (3ª ed.). Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España.
- Norkin, C. C., & White, D. J. (Ed.). (2003). *Measurement of joint motion: A guide to goniometry* (3th ed.). Philadelphia: F.A. Davis Company.
- Norkin, C. C., & Levangie, P. K. (Ed.). (2001). *Articulações: Estrutura e funções* (2ª ed.). Rio de Janeiro: Revinter.
- Norris, C. M., & Matthews, M. (2005). Intertester reliability of a self-monitored active knee extension test. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 9, 256-259.
- Noyes, F. R., Barber, S. D., & Mangine, R. E. (1991). Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after anterior cruciate ligament rupture. *Am J Sports Med*, 19, 513-518.
- Noyes, F. R., Barber, S. D., & Mooar, L. A. (1989). A rationale for assessing sports activity levels and limitations in knee disorders. *Clin Orthop Relat Res*, 246, 238-249.
- O'Donovan, O., Cheung, J., Catley, M., McGregor, A. H., & Strutton, P. H. (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.
- Ostojic, S. M., & Stojanovic, M. D. (2007). Range of motion in the lower extremity: Elite vs. non-elite soccer players. *Serbian Journal of Sports Sciences*, 1(2), 74-78.
- O'Sullivan, K., Murray, E., & Sainsbury, D. (2009). The effect of warm-up, static stretching and dynamic stretching on hamstring flexibility in previously injured subjects. *BMC Musculoskelet Disord*, 10(37).
- Paletta, G. A., & Warren, R. F. (1994). Knee injuries and alpine skiing. Treatment and rehabilitation. *Sports Med*, 17(6), 411-423.

- Paradowski, P. T., Bergman, S., Sundén-Lundius, A., Lohmander, L. S., & Roos, E. M. (2006). Knee complaints vary with age and gender in the adult population. Population-based reference data for the knee injury and osteoarthritis outcome score (KOOS). *BMC Musculoskeletal Disorders*, 7(38), 1-8.
- Paterno, M. V. & Hewett, T. E. (2008). Biomechanics of multiligament knee injuries (MLKI) and effects on gait. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, 3(4).
- Peccin, M. S., Ciconelli, R., & Cohen M. (2006). Questionário específico para sintomas do joelho “Lysholm knee scoring scale” – tradução e validação para a língua portuguesa. *Ata Ortop Bras*, 14(5), 268–272.
- Petschnig, R., Baron, R., & Albrecht, M. (1998). The relationship between isokinetic quadriceps strength test and hop tests for distance and one-legged vertical jump test following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther*, 28(1), 23-31.
- Petterson, S. C., Mizner, R. L., Stevens, J. E., Rasis, L., Bodenstab, A., Newcomb, W., & Snyder-Mackler L. (2009). Improved function from progressive strengthening interventions after total knee arthroplasty: A randomized clinical trial with an imbedded prospective cohort. *Arthritis Rheum*, 61(2), 174-183.
- Pieter, F., & Pieter, W. (1995). Speed and force in selected taekwondo techniques. *Biol Sport*, 12, 257-266.
- Pieter, W. (2005). Martial arts injuries. *Med Sport Sci*, 48, 59-73.
- Pieter, W., Heijmans, J., & Taaffe, D. (1989). Isokinetic leg strength of taekwondo practitioners. *Asian journal of physical education*, 12(3), 55-64.
- Rahnama, N., Lees, A., & Bambaecichi, E. (2005). Comparison of muscle strength and flexibility between the preferred and non-preferred leg in English soccer players. *Ergonomics*, 48, 1568-1575.
- Reid, A., Birmingham, T. B., Stratford, P. W., Alcock, G. K., & Giffin, J. R. (2007). Hop testing provides a reliable and valid outcome measure during rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Phys Ther*, 87(3), 337-349.
- Rezende, F., Rosado, L., Franceschini, S., Rosado, G., Ribeiro, R., & Marins, J. C. B. (2007). Revisão crítica dos métodos disponíveis para avaliar a composição corporal em grandes estudos populacionais e clínicos. *Arch Latinoam Nutr*, 7(4), 327-334.
- Rheault, W., Miller, M., Nothnagel, P., Straessle, J., & Urban, D. (1988). Intertester reliability and concurrent validity of fluidbased and universal goniometers for active knee flexion. *Phys Ther*, 68,1676-1678.
- Roberts, J. M., & Wilson, K. (1999). Effect of stretching duration on active and passive range of motion in the lower extremity. *Br J Sports Med*, 33(4), 259-263.
- Roos, E. M., & Lohmander, L. S. (2003). The Knee injury and osteoarthritis outcome score (KOOS) from joint injury to osteoarthritis. *Health and Quality of Life Outcomes*, 1(64).

- Rosene, J. M., Fogarty, T. D., Mahaffey, B. L. (2001). Isokinetic hamstrings:quadriceps ratios in intercollegiate athletes. *J Athl Training*, 36(4), 378-383.
- Ross, M. D., Langford, B., & Whelan, P. J. (2002). Test-retest reliability of 4 single-leg horizontal hop tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(4), 617-622.
- Ross, S. E., Guskiewicz, K. M., & Yu, B. (2005). Single-leg jump-landing stabilization times in subjects with functionally unstable ankles. *J Athl Train*, 40(4), 298–304.
- Rothstein, J. M., Lamb, R. L., & Mayhew, T. P. (1987). Clinical uses of isokinetic measurements. Critical issues. *Phys Ther*, 67(12), 1840-1844.
- Santos, H. H., Ávila, M. A., Hanashiro, D. N., Camargo, P. R., & Salvini, T. F. (2010). The effects of knee extensor eccentric training on functional tests in healthy subjects. *Rev Bras Fisioter*, 14(4), 276-283.
- Sapega, A. A. (1990). Muscle performance evaluation in orthopaedic practice. *J Bone Joint Surg Am*, 72(10), 1562-1574.
- Serra, L. M. A. (Ed.). (2001). *Critérios fundamentais em fraturas e ortopedia* (2ª ed.). Lisboa: Lidel.
- Sharma, L., Song, J., Felson, D. T., Cahue, S., Shamiyeh, E., & Dunlop, D. D. (2001). The role of knee alignment in disease progression and functional decline in knee osteoarthritis. *JAMA*, 286(2), 188–195.
- Shellock, F. G., & Prentice, W. E. (1985). Warming-up and stretching for improved physical performance and prevention of sports-related injuries. *Sports Med*, 2(4), 267–278.
- Shields, M., Tremblay, M. S., Laviolette, M., Craig, C. L., Janssen, I., & Gorber, S. C. (2010). Fitness of canadian adults: Results from the 2007-2009 canadian health measures survey. *Health Reports*, 21(1).
- Singh, A. S., Paw, M. J. M. C.A., Bosscher, R. J., & Van Mechelen, W. (2006). Cross-sectional relationship between physical fitness components and functional performance in older persons living in long-term care facilities. *BMC Geriatr*, 6(4).
- Siqueira, C. M., Pelegrini, F. R., Fontana, M. F., & Greve, J. M. (2002). Isokinetic dynamometry of knee flexors and extensors: Comparative study among non-athletes, jumper athletes and runner athletes. *Rev Hosp Clin Fac Med Sao Paulo*, 57(1), 19-24.
- Tabrizi, P., McIntyre, W.M., Quesnel, M.B. & Howard, A.W. (2000). Limited dorsiflexion predisposes to injuries of the ankle in children. *J Bone Joint Surg Br*, 82(8), 1103-1106.
- Tansel, R. B., Salci, Y., Yildirim, A., Kocak, S., & Korkusuz, F. (2008). Effects of eccentric hamstring strength training on lower extremity strength of 10–12 year old male basketball players. *Isokinetics and Exercise Science*, 16(2), 81-85.
- Tegner, Y. & Lysholm, J. (1985). Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 198, 43-9
- Teng, W. M., Keong, C. C., Ghosh, A. K., & Thimurayan, V. (2008). Effects of a resistance training programme on isokinetic peak torque and anaerobic power of 13-16 years old

- taekwondo athletes. *International Journal of Sports Science and Engineering*, 2(2), 111-121.
- Tran, M. D., Holly, R. G., Lashbrook, J., & Amsterdam, E. A. (2001). Effects of hatha yoga practice on the health-related aspects of physical fitness. *Prev Cardiol*, 4(4), 165-170.
- Tremblay, M. S., Shields, M., Laviolette, M., Craig, C. L., Janssen, I. & Gorber, S. C. (2010). Fitness of canadian children and youth: Results from the 2007-2009 canadian health measures survey. *Health Reports*, 21(1).
- Wang, S. S., Whitney, S. L., Burdett, R. G., & Janosky, J. E. (1993). Lower extremity muscular flexibility in long distance runners. *JOSPT*, 17(2).
- Webb, J., & Corry, I. (2000). Injuries of the sporting knee. *Br J Sports Med*, 34, 395-400.
- Weber, F. S., Silva, B. G. C., Radaelli, R., Paiva, C., & Pinto, R. S. (2010). Avaliação isocinética em jogadores de futebol profissional e comparação do desempenho entre as diferentes posições ocupadas no campo. *Rev Bras Med Esporte*, 16(4).
- Weineck, J. (Ed.). (1999). *Treinamento Ideal – Instruções técnicas sobre o desempenho fisiológico, incluindo considerações específicas de treinamento infantil e juvenil* (1ª ed.). São Paulo: Manole.
- Westing, S. H., & Seger, J. Y. (1989). Eccentric and concentric torque-velocity characteristics, torque output comparisons, and gravity effect torque corrections for the quadriceps and hamstring muscles in females. *Int J Sports Med*, 10(3), 175-80.
- Wikstrom, E. A., Tillman, M. D., & Borsa, P. A. (2005). Detection of dynamic stability deficits in subjects with functional ankle instability. *Med Sci Sports Exerc*, 37(2), 169–175.
- Williford, H. N., East, J. B., Smith, F. H., & Burry, L. A. (1986). Evaluation of warm-up for improvement in flexibility. *Am J Sports Med*, 14(4), 316–319.
- Witt, K. A., & Bush, E. A. (2005). College athletes with an elevated body mass index often have a high upper arm muscle area, but not elevated triceps and subscapular skinfolds. *J Am Diet Assoc*. 105(4), 599-602.
- Worrell, T. W., & Perrin, D. H. (1992). Hamstring muscle injury: The influence of strength. Flexibility, warm-up, and fatigue. *Journal of Orthopedics and Sports Physical Therapy*, 16, 12–18.
- Zakas, A., Doganis, G., Zakas, N., & Vergou, A. (2006). Acute effects of active warm-up and stretching on the flexibility of elderly women. *J Sports Med Phys Fitness*, 46(4), 617-622.
- Zakas, A., Grammatikopoulou, M. G., Zakas, N., Zahariadis, P., & Vamvakoudis, E. (2006). The effect of active warm-up and stretching on the flexibility of adolescent soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*, 46(1), 57-61.
- Zakharov, A., & Gomes, A. C. (Ed.). (1992). *Ciência do treinamento desportivo* (1ª ed.). Rio de Janeiro: Grupo Palestra Sport.

Ziaee, V., Rahmani, S. H. & Rostami, M. (2010). Injury rates in Iranian taekwondo athletes; a prospective study. *Asian J Sports Med*, 1(1), 23-28.

8. APÊNDICES E ANEXOS

Apêndice 1 - Carta de explicação do estudo e do consentimento informado.

CARTA DE EXPLICAÇÃO DO ESTUDO E DO CONSENTIMENTO INFORMADO

ESTUDO NÃO INVASIVO

Estudo realizado para elaboração de dissertação no âmbito do Curso de Mestrado em Fisioterapia, na Área de Especialização de Movimento Humano da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra – Instituto Politécnico de Coimbra.

Título: Comparação do movimento articular, força muscular, função física e estado de saúde relacionado com o joelho entre atletas de Taekwondo e indivíduos fisicamente ativos.

Orientador: Prof. Dr. Rui Soles Gonçalves

Coorientador: Prof. Dr. João Páscoa Pinheiro

Aluno de mestrado: João Luís Sousa Braga Pereira

OBJETIVO:

O presente estudo tem como objetivo comparar o movimento articular, força muscular, função física e estado de saúde relacionado com o joelho entre atletas de Taekwondo e indivíduos fisicamente ativos.

MÉTODO:

O participante será sujeito: a uma avaliação dos movimentos passivos de extensão e flexão do joelho (com um goniómetro universal); a uma avaliação dos movimentos ativos de extensão e flexão do joelho (com dois testes de movimento articular ativo); a um período de aquecimento (com um ciclo-ergómetro); a uma avaliação da força muscular dos extensores e flexores do joelho (com um dinamómetro isocinético); a uma avaliação da função física do joelho (com quatro testes baseados no desempenho); e a uma avaliação do estado de saúde relacionado com o joelho (com um questionário autoadministrado).

RISCOS POTENCIAIS:

Durante o teste serão respeitadas todas as normas de segurança pré-estabelecidas para a utilização dos equipamentos. A ocorrência improvável de desconforto muscular típico da prática de exercício físico fatigante será semelhante ao sentido durante um treino mais intenso. Não existem riscos potenciais inerentes à participação neste estudo.

VANTAGENS POTENCIAIS:

O participante será informado, se assim o desejar, acerca da presença ou ausência de desequilíbrios musculares entre extensores e flexores do joelho e consequentes implicações na estabilidade desta articulação.

CONFIDENCIALIDADE:

Todos os dados colhidos durante este estudo serão tratados de forma confidencial. Os resultados de grupo serão apresentados mais tarde mas o participante nunca será identificado de forma individual. Os resultados de grupo serão postos à disposição a pedido dos interessados.

PARTICIPAÇÃO:

A escolha de participar ou não no estudo é voluntária.

Para qualquer questão, contactar João Luís Sousa Braga Pereira, através do número de telemóvel 915117970.

CONSENTIMENTO DO PARTICIPANTE

ESTUDO NÃO INVASIVO

Título: Comparação do movimento articular, força muscular, função física e estado de saúde relacionado com o joelho entre atletas de Taekwondo e indivíduos fisicamente ativos.

Orientador: Prof. Dr. Rui Soles Gonçalves

Coorientador: Prof. Dr. João Páscoa Pinheiro

Aluno de mestrado: João Luís Sousa Braga Pereira

Reconheço que os procedimentos de investigação descritos na carta anexa me foram explicados e que me responderam de forma satisfatória a todas as minhas questões. Compreendo as vantagens da participação neste estudo. As possibilidades de risco e de desconforto foram-me igualmente explicadas. Compreendo que tenho o direito de colocar, agora e durante o desenvolvimento do estudo, qualquer questão sobre o mesmo, envolvendo a investigação ou os métodos utilizados. Asseguram-me que os dados recolhidos serão guardados de forma confidencial e a minha identidade pessoal nunca será revelada.

Pelo presente documento, eu consinto, em participar plenamente neste estudo.

Nome: _____

Assinatura: _____

Data: ____/____/____

Apêndice 2 – Ficha de registo dos parâmetros antropométricos e características do treino dos taekwondistas.

Questionário confidencial

CARACTERIZAÇÃO DOS TAEKWONDISTAS

PARTE I

Idade: _____

Peso (a preencher pelo investigador): _____

Estatura (a preencher pelo investigador): _____

PARTE II

1. Qual é a sua graduação? (cor do cinto)

2. Há quantos anos pratica Taekwondo?

_____ anos

3. Quantas vezes por semana pratica?

_____ vezes por semana

4. Quantas horas / treino pratica?

_____ horas / treino

5. Faz combates e/ou demonstrações de competição nacional / internacional?

_____SIM

_____NÃO

a. Se respondeu SIM, faz dietas?

_____SIM

_____NÃO

Agradecemos a sua colaboração!

Apêndice 3 – Ficha de registo dos parâmetros antropométricos e características da prática de atividades desportivas de caráter recreativo.

Questionário confidencial

CARACTERIZAÇÃO DOS INDIVÍDUOS FISICAMENTE ATIVOS (não atletas)

PARTE I

Idade: _____

Peso (a preencher pelo investigador): _____

Estatura (a preencher pelo investigador): _____

PARTE II

1. Qual é a modalidade desportiva que pratica?

2. Há quantos anos pratica essa modalidade?

_____ anos

3. Quantas vezes por semana pratica?

_____ vezes por semana

4. Quantas horas por treino pratica?

_____ horas / treino

Apêndice 4 – Ficha de registo da mobilidade articular.

Nome: _____

Nº interno _____

Grupo a que pertence _____

Altura _____

Peso _____

AKExtension (D.D.)

	1ª repetição (°)	2ª repetição (°)	3ª repetição (°)	Média Final (3 repet.)
Perna Direita				
Perna Esquerda				



Fig. 3. After myoclonus the end point of motion was reached by slight knee flexion. Subjects maintained contact with cross wire, and ankle remained in plantar flexion. Angle of knee flexion was observed on degree dial of pendulum goniometer.

AKFlexion (D.V.)

	1ª repetição (°)	2ª repetição (°)	3ª repetição (°)	Média Final (3 repet.)
Perna Direita				
Perna Esquerda				

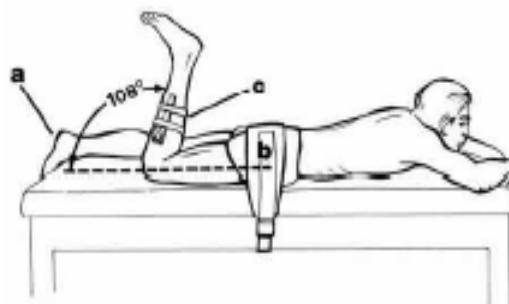
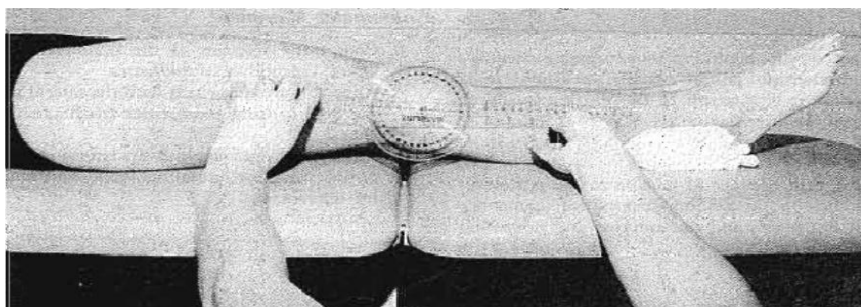


Fig. 1. Subject positioned prone showing: (A) foot over edge of table, (B) cloth strap stabilizing hips, and (C) pendulum goniometer fixed to leg. Knee is actively flexed to the end point of motion.

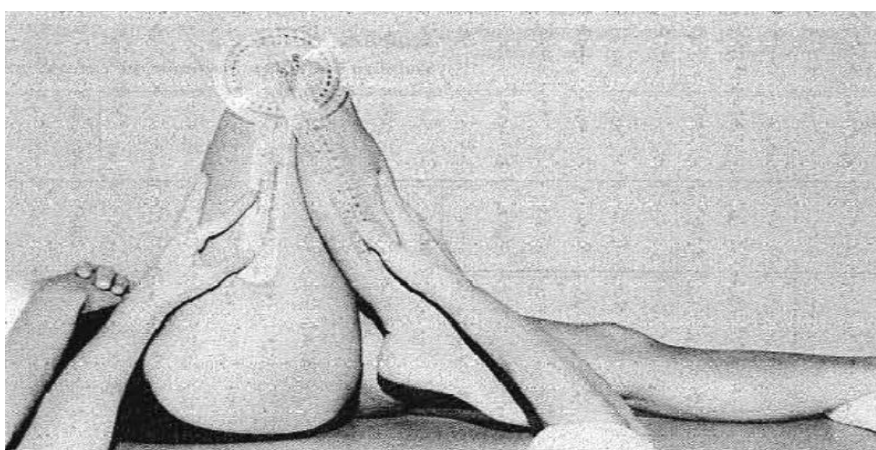
Extensão (D.D.)

	1ª repetição (°)	2ª repetição (°)	3ª repetição (°)	Média Final (3 repet.)
Perna Direita				
Perna Esquerda				



Flexão (D.D.)

	1ª repetição (°)	2ª repetição (°)	3ª repetição (°)	Média Final (3 repet.)
Perna Direita				
Perna Esquerda				



Apêndice 5 – Ficha de registo dos hop tests

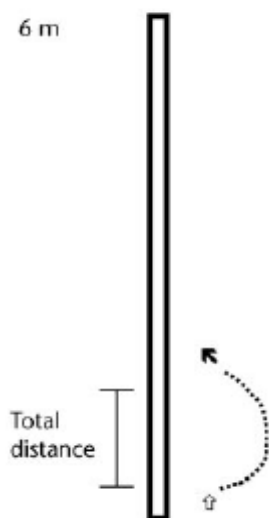
Hop Tests

Grupo Experimental

Nome (a preencher pelo investigador): _____

Membro inferior dominante (a preencher pelo investigador): _____

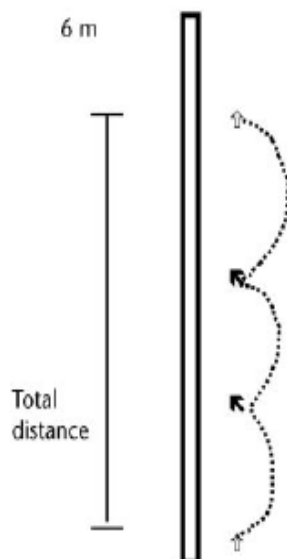
Single Hop for Distance



Repetições	Distância percorrida (cm) Membro Inf. Direito
1	
2	
Média 2 repetições	

Repetições	Distância percorrida (cm) Membro Inf. Esquerdo
1	
2	
Média 2 repetições	

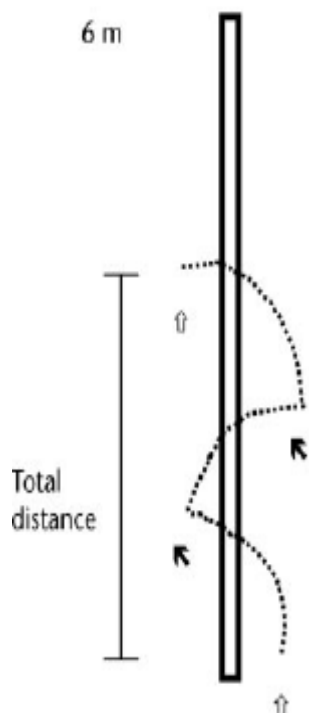
Triple Hop for Distance



Repetições	Distância percorrida (cm) Membro Inf. Direito
1	
2	
Média 2 repetições	

Repetições	Distância percorrida (cm) Membro Inf. Esquerdo
1	
2	
Média 2 repetições	

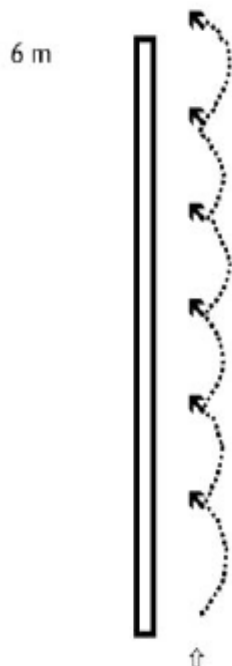
Crossover Hop for Distance



Repetições	Distância percorrida (cm) Membro Inf. Direito
1	
2	
Média 2 repetições	

Repetições	Distância percorrida (cm) Membro Inf. Esquerdo
1	
2	
Média 2 repetições	

6-m Timed Hop



Repetições	Tempo de duração (segundos) Membro Inferior Direito
1	
2	
Média 2 repetições	

Repetições	Tempo de duração (segundos) Membro Inferior Esquerdo
1	
2	
Média 2 repetições	

Anexo 1– Instrumento de medida KOOS.

QUESTIONÁRIO KOOS SOBRE O JOELHO

Data: ____/____/____ Data de nascimento: ____/____/____

Nome: _____

INSTRUÇÕES: Este questionário pretende saber como vê o seu joelho. Esta informação dar-nos-á dados sobre como se sente em relação ao joelho e até que ponto é que é capaz de desempenhar as suas actividades normais. Responda a cada uma das perguntas marcando o quadrado adequado, apenas um quadrado para cada pergunta. Se não tiver a certeza sobre a resposta a escolher, por favor escolha a que achar melhor.

Sintomas

Estas perguntas devem ser respondidas tendo em conta os sintomas no seu joelho durante a **última semana**.

S1. Tem tido o joelho inchado?

Nunca Raramente Às vezes Frequentemente Sempre

S2. Tem sentido ranger, ouvido um estalo ou qualquer outro som quando mexe o joelho?

Nunca Raramente Às vezes Frequentemente Sempre

S3. Tem sentido o joelho preso ou bloqueado quando se mexe?

Nunca Raramente Às vezes Frequentemente Sempre

S4. Tem conseguido esticar o joelho completamente?

Sempre Frequentemente Às vezes Raramente Nunca

S5. Tem conseguido dobrar o joelho completamente?

Sempre Frequentemente Às vezes Raramente Nunca

Rigidez

As perguntas que se seguem dizem respeito ao grau de rigidez no joelho que teve na **última semana**. Rigidez é uma sensação de dificuldade ou lentidão a mexer o seu joelho.

S6. Até que ponto sente rigidez no joelho logo após acordar de manhã?

Nada Pouco Moderadamente Muito Muitíssimo

S7. Até que ponto sente rigidez no joelho depois de se sentar, deitar ou descansar **ao fim do dia**?

Nada Pouco Moderadamente Muito Muitíssimo

Dor

P1. Com que frequência tem dores no joelho?

Nunca	Uma vez por mês	Uma vez por semana	Todos os dias	Sempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Que intensidade de dor no joelho é que teve durante a última semana nas seguintes actividades?

P2. Rodar/virar-se/torcer sobre o joelho

Nenhuma	Pouca	Moderada	Muita	Muitíssima
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P3. Esticar o joelho completamente

Nenhuma	Pouca	Moderada	Muita	Muitíssima
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P4. Dobrar o joelho completamente

Nenhuma	Pouca	Moderada	Muita	Muitíssima
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P5. Andar sobre uma superfície plana

Nenhuma	Pouca	Moderada	Muita	Muitíssima
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P6. Subir ou descer escadas

Nenhuma	Pouca	Moderada	Muita	Muitíssima
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P7. À noite, na cama

Nenhuma	Pouca	Moderada	Muita	Muitíssima
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P8. Estar sentado/a ou deitado/a

Nenhuma	Pouca	Moderada	Muita	Muitíssima
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

P9. Estar de pé

Nenhuma	Pouca	Moderada	Muita	Muitíssima
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Actividades da vida diária

As perguntas que se seguem dizem respeito à sua função física. Por função física referimo-nos à sua capacidade de se deslocar e de cuidar de si. Para cada uma das actividades seguintes, indique o grau de dificuldade que sentiu na última semana por causa do seu joelho.

A1. Descer escadas

Nenhuma	Pouca	Moderada	Muita	Muitíssima
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A2. Subir escadas

Nenhuma	Pouca	Moderada	Muita	Muitíssima
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Para cada uma das seguintes actividades indique, por favor, o grau de dificuldade que teve na última semana devido ao seu joelho.

A3. Levantar-se a partir da posição de sentado/a	Nenhuma	Pouca	Moderada	Muita	Muito-sima
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A4. Manter-se de pé	Nenhuma	Pouca	Moderada	Muita	Muito-sima
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A5. Dobrar-se para baixo/apanhar um objecto	Nenhuma	Pouca	Moderada	Muita	Muito-sima
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A6. Andar numa superfície plana	Nenhuma	Pouca	Moderada	Muita	Muito-sima
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A7. Entrar ou sair do carro	Nenhuma	Pouca	Moderada	Muita	Muito-sima
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A8. Ir às compras	Nenhuma	Pouca	Moderada	Muita	Muito-sima
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A9. Calçar meias/collants	Nenhuma	Pouca	Moderada	Muita	Muito-sima
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A10. Levantar-se da cama	Nenhuma	Pouca	Moderada	Muita	Muito-sima
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A11. Descalçar meias/collants	Nenhuma	Pouca	Moderada	Muita	Muito-sima
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A12. Estar deitado/a na cama (virar-se, manter a posição do joelho)	Nenhuma	Pouca	Moderada	Muita	Muito-sima
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A13. Entrar/sair da banheira	Nenhuma	Pouca	Moderada	Muita	Muito-sima
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A14. Estar sentado/a	Nenhuma	Pouca	Moderada	Muita	Muito-sima
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A15. Sentar-se ou levantar-se da sanita	Nenhuma	Pouca	Moderada	Muita	Muito-sima
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Para cada uma das actividades seguintes, indique o grau de dificuldade que sentiu na última semana por causa do seu joelho.

A16. Tarefas domésticas pesadas (ex.: pegar em caixas pesadas, esfregar o chão, etc.)

Nenhuma	Pouca	Moderada	Muita	Muitíssima
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A17. Tarefas domésticas leves (ex.: cozinhar, limpar o pó, etc.)

Nenhuma	Pouca	Moderada	Muita	Muitíssima
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Actividades desportivas e de lazer

As perguntas que se seguem dizem respeito à sua função física, estando activo/a a um nível mais elevado. As perguntas devem ser respondidas tendo em conta o grau de dificuldade que teve durante a última semana por causa do seu joelho.

SP1. Pôr-se de cócoras

Nenhuma	Pouca	Moderada	Muita	Muitíssima
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SP2. Correr

Nenhuma	Pouca	Moderada	Muita	Muitíssima
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SP3. Saltar

Nenhuma	Pouca	Moderada	Muita	Muitíssima
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SP4. Rodar/virar-se/torcer sobre o joelho afectado

Nenhuma	Pouca	Moderada	Muita	Muitíssima
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SP5. Ajoelhar

Nenhuma	Pouca	Moderada	Muita	Muitíssima
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Qualidade de Vida

Q1. Com que frequência é que tem consciência do problema que tem no joelho?

Nunca	Uma vez por mês	Uma vez por semana	Todos os dias	Constantemente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q2. Modificou o seu estilo de vida para evitar actividades que poderiam afectar o joelho?

De modo algum	Um pouco	Moderadamente	Muito	Completamente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q3. Até que ponto é que a falta de confiança no joelho o/a incomoda?

Nada	Um pouco	Moderadamente	Muito	Muitíssimo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q4. Em geral, o joelho causa-lhe muitos problemas?

Nenhum	Poucos	Alguns	Muitos	Muitíssimos
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Obrigado por ter respondido a todas as perguntas do questionário.