

Inês Bernardo Pinto Ângelo

**ESTUDO DO EQUILÍBRIO MUSCULAR E DA SUA EVOLUÇÃO
NOS MEMBROS INFERIORES EM JOVENS JUDOCAS ATRAVÉS
DA UTILIZAÇÃO DO DINAMÓMETRO ISOCINÉTICO**

Dissertação de Mestrado em Biocinéctica,
apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e
Educação Física da Universidade de Coimbra com o
objetivo de obtenção do grau de mestre em
Biocinéctica.

Orientador: Professor Doutor Alain Guy Marie
Massart

Coimbra, 2016

Ângelo, I. (2016). Estudo do equilíbrio muscular e da sua evolução nos membros inferiores em jovens judocas através da utilização do dinamómetro isocinético. Tese para obtenção do grau de Mestre em Biocinética. Universidade de Coimbra. Coimbra, Portugal.

*“A Grande Conquista é o resultado de pequenas vitórias que passam
despercebidas.”*

(Paulo Coelho)

AGRADECIMENTOS

A dissertação de mestrado que aqui se apresenta só foi possível graças à colaboração e apoio das pessoas que me acompanharam neste período. A todas elas, deixo um enorme bem-haja e presto aqui o merecido reconhecimento, particularmente:

Ao meu orientador, Professor Doutor Alain Guy Marie Massart, pelo excelente contributo e rigor de orientação que me deu para a realização deste trabalho. Um muito obrigado pela disponibilidade, paciência e pela sabedoria transmitida. Pela sua dedicação, que o fez, por muitas vezes, deixar de lados os seus momentos de descanso para me ajudar e orientar. E acima de tudo pela motivação e alegria e por acreditar que era possível. Fico-lhe muito agradecida por ter crescido mais um bocadinho ao seu lado e pelo incentivo a cada momento.

Ao professor Doutor Amândio Cupido-dos-Santos por me ter ensinado a trabalhar com o dinamómetro isocinético e por ter disponibilizado sempre a sua ajuda e pelas transmissões de conhecimento.

Ao Mestre João Duarte pelo apoio e disponibilidade, para que eu tivesse a visão necessária para dar início a este trabalho e sobretudo pela paciência.

À Dra. Fátima Rosado por toda a ajuda e paciência que teve para comigo.

Ao professor Daniel Courteix por me ter dado visões diferentes para possíveis análises no decorrer deste estudo.

Aos atletas que participaram no estudo, pela sua disponibilidade e colaboração durante a recolha dos dados.

A todos os professores deste Mestrado pela partilha de ensinamentos e pela atenção prestada em momentos de “desespero”. Em especial à coordenadora Professora Doutora Paula Bernardo Tavares por tornar tudo isto possível.

Aos meus pais, por terem contribuído para a minha educação, formação profissional e pessoal. Obrigada por me apoiarem em todas decisões, pelos conselhos e ensinamentos e por valorizarem a pessoa que sou. Sem eles nunca teria chegado aqui.

Aos meus tios e primos pelo carinho e pelo apoio incondicional. Obrigada pelas conversas e pelos ensinamentos.

À minha avó, pelos cozinhados fabulosos que me davam energia para a realização deste trabalho. Ao meu avô Zé, *in memoriam*, por ouvir as minhas preces e por me ter dado tantas alegrias. Obrigada por terem sido o meu “porto de abrigo” e os meus segundos pais.

Ao Artur Lopes por ter tido tanta paciência para comigo nesta fase e por nunca ter desistido de mim. Obrigada pela amizade e pelos ensinamentos de vida partilhados. Ah, e embora custe um pouco, obrigada por me teres dados tanto na cabeça.

A todos os meus amigos pela colaboração, ajuda, carinho e toda a tolerância e compreensão. Em especial ao Zezé Camarão e ao Henrique Santos por me terem aturado em horários menos próprios. A ti, Rititi, pela verdadeira amizade e companheirismo.

A todos um muito obrigada!

RESUMO

Uma das componentes com maior ênfase no sucesso das projeções de técnicas de judo é a força. Esta, é também um dos fatores chave que indicam a eficácia da reabilitação em atletas. O presente estudo teve como principal objetivo verificar a existência de desequilíbrios musculares nos membros inferiores em judocas jovens e se, à medida que estes vão transitando de escalão de idade e de nível competitivo, ocorrem modificações dos parâmetros isocinéticos. **Metodologia:** Judocas do gênero masculino (n=11) e feminino (n=8) dos escalões juvenil, cadete, e júnior, utilizaram um dinamómetro isocinético (Biodex System 3, Shirley, NY, EUA), com a finalidade de avaliar na perna dominante (D) e não dominante (ND), o momento de força máxima (MFM), o ângulo de produção do MFM, o rácio convencional (RC) e as diferenças bilaterais (DB) da musculatura extensora e flexora do joelho, nas velocidades angulares de $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ e de $180^{\circ} \cdot s^{-1}$, correlacionando-os com os anos e os níveis de prática atingidos pelos atletas. **Resultados:** encontraram-se em judocas jovens valores de MFM normais nos quadríceps (Q) e abaixo da normal nos isquiotibiais (I). Obteve-se o RC no limite inferior da normalidade e 75% das atletas femininas apresentam valores de RC associados a um risco de lesão. Nos rapazes, 45% apresentam desequilíbrio nos DB. Os valores associados a lesão do RC e das DB, não foram influenciados pelos anos nem pelo nível de prática atingidos pelos judocas. Analisando os ângulos de produção dos MFM, constatou-se que ambos os músculos dos judocas produzem o MFM pouco antes da metade do seu movimento ($\sim 50^{\circ}$ Q; $\sim 34^{\circ}$ I) e que, com o aumento da velocidade, a produção do MFM faz-se mais cedo nos I e mais tarde nos Q. O nível de prática não influencia os ângulos de produção dos MFM. A influência dos anos de prática foi apenas notória no Q na velocidade mais elevada. ($\rho=0,016$; $\rho=0,027$). Existe uma diferença significativa nos isquiotibiais a $180^{\circ} \cdot \text{seg}^{-1}$, em favor do membro ND, que pode atribuir-se ao uso de técnicas de ceifa e engancho típicos da perna de ataque ($\rho=0,005$). **Conclusões:** constatou-se a existência de desequilíbrios musculares na articulação do joelho de judocas jovens, e a presença de um enfraquecimento dos I nesta população pela primeira vez estudada ($\rho=0,005$). Verificou-se que existe pouca influência dos anos e dos níveis de prática sobre os MFM, os seus ângulos de produção e sobre os desequilíbrios da sua produção (RC e DB).

Palavras-chave: judo, avaliação isocinética, força muscular, equilíbrio muscular.

ABSTRACT

One of the components with the biggest emphasis on the success of judo throwing techniques is strength. This is also one of the key factors that shows the efficiency of rehabilitation on athletes. The purpose of the present study was to ascertain the existence of muscular imbalances on the lower legs of young judokas and if there are changes of the isokinetic parameters as they transition through age divisions and competitive ranks. **Methodology:** Male judokas (n=11) and female judokas (n=8) from the juvenile, cadet and junior categories used a isokinetic dynamometer (Biodex System 3, Shirley NY, EUA) so as to measure, on both the their dominant leg (D) and non-dominant leg (ND), the maximum force momentum (MFM), the MFM output angle, the conventional ratio (CR) and the bilateral differences (BD) of the knees' flexor and extensor muscles on the angular velocities of $60^{\circ} \text{ s}^{-1}$ and $180^{\circ} \text{ s}^{-1}$, correlating them with the practice years and competitive rank of each athlete. **Results:** we found normal values of MFM on Q and below normal on hamstrings (H) on young judokas. We got CR on the lower limit of normality e 75% of female athletes show CR values associated with injury danger. 45% of the male athletes present imbalance on the BD. The values associated with injury of the CR and BD were not influenced by the number of practice years or the competitive rank. Analyzing the MFM output angles we found that both judokas' muscles produce their MFM just before the half of its movement ($\sim 50^{\circ} \text{ Q}$; $\sim 34^{\circ} \text{ I}$) and that with the velocity increase, the MFM output is earlier on the H and later on the Q. The number of years or competitive rank have no influence on the MFM output angles. The influence of the number of years was only noticed in the Q at the highest speed ($\rho=0,016$; $\rho=0,027$). There is a significant difference on the H at $180^{\circ} \text{ sec}^{-1}$ in favor of the ND member that we think can come from the use of reap techniques, typical hooks of the attack leg ($\rho=0,005$). **Conclusions:** we find the existence of muscular imbalances on the knee joint of young judokas and a weakening of the H on this study population studied for the first time ($\rho=0,005$). It's been ascertained that there is little influence of the practice years and competitive ranks over the MFM, its output angles and its output imbalances (CR and BD).

Keywords: judo, isokinetic evaluation, muscular strength, muscular balance.

LISTA DE ABREVIATURAS

- % – Percentagem
- A – Absoluto
- AEJ – Ângulo extensor do joelho
- AFJ – Ângulo flexor do joelho
- C. f-v – curva força velocidade
- CC – Circunferência da coxa
- cm – Centímetros
- D – Dominante
- DB – Diferenças bilaterais
- EJ – extensores do joelho
- FJ – Flexores do joelho
- I – Isquiotibiais
- IC – Idade cronológica
- IMC – Índice da massa corporal
- Kg – Quilogramas
- kg/m² – Quilogramas por metro quadrado
- MC – massa corporal
- MFm – Momento de força máximo
- MG – massa gorda
- MIG – massa isenta de gordura
- mm – Milímetros
- N.m – Newton-metro
- N.m.kg⁻¹ – Newton-metro por quilograma
- ND – Não dominante
- ° – Ângulo
- Q – Quadríceps
- R – Relativo
- RC – Rácio convencional
- r_s – Coeficiente de correlação de Spearman
- ρ – Nível de significância

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.	Caracterização da amostra (n=19).	13
Tabela 2.	Estatística descritiva dos valores absolutos e relativos do MFM na velocidade de $60^{\circ}.s^{-1}$ (extensores e flexores do joelho em modo concêntrico) de ambos os membros em atletas de Judo do género masculino (n=11) e feminino (n=8).	21
Tabela 3.	Estatística descritiva e inferencial do MFM absoluto e relativo nas velocidades angulares de $60^{\circ}.s^{-1}$ e $180^{\circ}.s^{-1}$ (extensores e flexores do joelho em modo concêntrico) de ambos os membros em atletas de Judo (n=19)	23
Tabela 4.	Estatística descritiva e inferencial do MFM absoluto e relativo nas velocidades angulares de $60^{\circ}.s^{-1}$ e $180^{\circ}.s^{-1}$ (extensores e flexores do joelho em modo concêntrico) de ambos os membros, em atletas de Judo do género masculino (n=11)	24
Tabela 5.	Estatística descritiva e inferencial do MFM absoluto e relativo nas velocidades angulares de $60^{\circ}.s^{-1}$ e $180^{\circ}.s^{-1}$ (extensores e flexores do joelho em modo concêntrico) de ambos os membros, em atletas de Judo do género feminino (n=8)	25
Tabela 6.	Estatística descritiva dos RC e das DB na velocidade de $60^{\circ}.s^{-1}$ (extensores e flexores do joelho em modo concêntrico) de ambos os membros, atletas de Judo do género masculino (n=11) e feminino (n=8)	26
Tabela 7.	Estatística descritiva e inferencial do RC nas velocidades angulares de $60^{\circ}.s^{-1}$ e $180^{\circ}.s^{-1}$ nos extensores e flexores do joelho em modo	28

concêntrico, de ambos os membros, em atletas de Judo do gênero masculino (n=11) e feminino (n=8).

Tabela 8.	Estatística descritiva dos ângulos na velocidade de $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ (extensores e flexores do joelho em modo concêntrico) de ambos os membros, em atletas de Judo do gênero masculino (n=11) e feminino (n=8)	29
Tabela 9	Estatística descritiva e inferencial dos ângulos na velocidade de $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ e $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ (extensores e flexores do joelho em modo concêntrico) de ambos os membros, em atletas de Judo do gênero masculino (n=11) e feminino (n=8).	30
Tabela 10.	Resultados do teste de correlação de <i>Spearman</i> entre o MFM absoluto e relativo nas velocidades angulares de $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ e $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ (extensores e flexores do joelho em modo concêntrico) de ambos os membros, e os anos e nível de prática em atletas de Judo (n=19).	32
Tabela 11.	Resultados do teste de correlação de <i>Spearman</i> dos ângulos, RC e das DB nas velocidades angulares de $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ e $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ (extensores e flexores do joelho em modo concêntrico) de ambos os membros, e entre os anos e nível de prática em atletas de Judo (n=19).	34
Tabela 12.	Resultados do teste de correlação de <i>Spearman</i> entre a CC absoluta e relativa nas velocidades angulares de $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ e $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ (extensores e flexores do joelho em modo concêntrico), do membro dominante e não dominante, e os anos e nível de prática em atletas de Judo (n=19)	35
Tabela13.	Resultados do teste de correlação de <i>Spearman</i> entre o MFM absoluto e relativo na velocidades angulares de $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ (extensores e flexores do joelho em modo concêntrico) de ambos os membros, e os fatores ligados ao crescimento em atletas de Judo (n=19).	36

Tabela 14. Resultados do teste de correlação de *Spearman* dos ângulos, RC e das DB nas velocidades angulares de $60^{\circ}.s^{-1}$, (extensores e flexores do joelho em modo concêntrico) de ambos os membros, entre os fatores ligados ao crescimento em atletas de Judo (n=19). 38

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1.	Classificação das ações musculares	4
-----------	------------------------------------	---

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1.		18
-----------	--	----

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	v
RESUMO	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
LISTA DE ABREVIATURAS	ix
ÍNDICE DE TABELAS	x
ÍNDICE DE QUADROS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO II: ESTADO DA ARTE	3
2.1 Definição e Terminologia da Força Muscular	3
2.2 Dinamómetro Isocinético	4
2.3 Desequilíbrio Muscular	7
2.4 Desequilíbrios e Lesões Musculares no Judo	9
2.5 Ratio Antagonista/Agonista (I/Q)	10
2.6 Diferenças Bilaterais	11
CAPÍTULO III: METODOLOGIA	13
3.1 Amostra	13
3.2 Procedimentos	14
3.3 Antropometria	14
3.4 Dinamometria Isocinética para Avaliação dos Músculos Flexores e Extensores do Joelho	15
3.5 Análise estatística	19
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	21
CAPÍTULO V: DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	40
CAPÍTULO VI: CONCLUSÕES	47
6.1 Limitações do estudo	49
CAPÍTULO VII: REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXOS	57
1 Características Individuais dos Sujeitos Judocas (n=19)	57
2 Questionário da Prática de Judo	58

CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO

O judo, por ser um desporto dinâmico e de alta intensidade em que os atletas se estão constantemente a puxar e a empurrar, emprega um grande nível técnico e tático para a aplicação das projeções, onde a força muscular é um fator bastante importante para um rendimento otimizado e onde o seu desempenho pode ser decisivo para o sucesso do atleta (Degoutte et al., 2003; Drid et al., 2010; Ghrairi et al., 2014).

A falta de força e/ou desequilíbrios musculares afetam negativamente a performance e podem provocar lesões (Weineck, 1997; Klee et al., 2004). Não sendo muito específico do Judo, a avaliação isocinética muscular é importante para determinar o padrão funcional da força e do equilíbrio muscular, precavendo patologias, uma vez que estes atletas utilizam preferencialmente uma perna de suporte enquanto a outra ataca o oponente, podendo provocar desequilíbrios de força nos membros inferiores (Drid et al., 2010). Como tal, é de extrema importância determinar se existe um desequilíbrio entre os grupos musculares que podem ter um efeito negativo sobre a qualidade do desempenho da técnica ou que podem predispor os praticantes de judo a lesões. Verificou-se a existência de um número limitado de estudos isocinéticos sobre a articulação do joelho em judocas (Callister et al., 1990; Drid et al., 2010; Andrade et al., 2012; Ghrairi et al., 2014). Nenhum destes estudos foi composto por uma amostra de judocas jovens. Estes apontam a existência de alguns desequilíbrios musculares em populações de elite masculinos e femininos. Em judocas mais jovens, e no decorrer da prática da modalidade, não se encontraram dados.

Assim, o objetivo do presente estudo foi o de verificar se existem desequilíbrios musculares nos membros inferiores em judocas jovens e se à medida que estes vão transitando de escalão de idade e de nível competitivo, ocorrem modificações dos parâmetros isocinéticos. No membro dominante (D) e não dominante (ND), avaliou-se o momento de força máxima (MFM), o ângulo de produção do MFM, o rácio convencional (RC) e as diferenças bilaterais (DB) da musculatura extensora e flexora do joelho em atletas dos escalões juvenil, cadete e júnior, nas velocidades angulares de $60^{\circ}.s^{-1}$ e de $180^{\circ}.s^{-1}$,

correlacionando-os com os anos e os níveis de prática atingidos pelos atletas. Para além disso, também foram correlacionados a fatores ligados à massa muscular e ao crescimento.

Este estudo é o único a apresentar dados isocinéticos da articulação do joelho em jovens judocas, é o único a estudar os ângulos de produção do MFM no judo, e é o único a avaliar a influência dos anos e dos níveis de prática sobre os parâmetros isocinéticos em judocas.

Este estudo teve como objetivo verificar duas hipóteses:

Hipótese 1: em judocas jovens já existem desequilíbrios musculares que se acentuam com os anos e o nível de prática.

Hipótese 2: os ângulos de produção de MFM são diferentes entre o membro D e ND e que estes ângulos vão evoluindo com os anos e o nível de prática dos judocas.

CAPÍTULO II: ESTADO DA ARTE

2.1 Definição e Terminologia da Força Muscular

Segundo Enoka (1988), citado em Tous-Fajardo (1999), existem na literatura muitos autores com diversas definições de força. Do ponto de vista da física, a força muscular seria a capacidade de induzir num corpo aceleração ou a deformação de um corpo, mantê-lo imóvel ou desacelerar o seu deslocamento. No âmbito desportivo, a força pode manifestar-se através de uma ativação concêntrica, excêntrica, isométrica ou combinada (pliométrica), sendo que quase nunca se manifesta de forma pura no homem. A força pode definir-se como a tensão máxima ou útil produzido pelo músculo ou grupo de músculos ativados em determinadas condições como a velocidade do movimento, a complexidade do movimento, o tipo de ativação, a posição dos segmentos, o período de tempo de aplicação da força. Estas condições são determinadas pelo exercício em competição, onde, na maioria dos desportos, o atleta não necessita de usar a força máxima, mas sim a força ótima ou útil, necessária à realização do gesto técnico. Neste quadro, o desportista pode ter vários níveis de força útil relacionados com a velocidade de execução.

Segundo Tous-Fajardo (1999), citando um conjunto de autores, o termo contração muscular é inapropriado porque não abarca as diferentes formas de ativação muscular (encurtamento, manutenção, alargamento do comprimento). O termo ação muscular seria mais apropriado. É também referido por este autor, que os termos concêntrico e excêntrico não são apropriados, uma vez que dizem respeito a um centro comum que não existe, e que o próprio termo pliométrico seria incorreto, pois “plio” significa maior. Devido a esta confusão na terminologia, e tendo em conta as diversas opiniões formuladas na literatura especializada, o autor propôs uma classificação das ações musculares mais apropriada e devidamente justificada (Quadro 1), tendo cada tipo de ação muscular, uma produção de força específica.

Apesar da necessidade de uma terminologia mais apropriada, é de constatar nas publicações e nos manuais técnicos, que a terminologia usual tem persistido (ACSM, 2009; Greco, 2012; Beam & Adams, 2014).

Quadro 1. Classificação das ações musculares

T I P O D E A Ç Ã O M U S C U L A R	Em função	Correto	Usual
	Da variação de medida do músculo		Isométrica ou estático
		Telométrica ou miométrica	Concêntrico
		Auxométrica ou pliométrico	Excêntrico
		Alométrica ou Ciclo alongamento-Encurtamento (CAE)	Pliométrico
Da velocidade produzida		Isocinética	Isocinética
		Telocinética	
		Auxocinética	
		Alocinética	
Da tensão produzida		Isotónica	Isotónica
		Telotónica	
		Auxotónica	
		Alotónica	
Iso = constante Telo = decrescente Auxo = crescente Alo = mudando Plio = maior Mio = menor			

2.2 *Dinamómetro Isocínético*

A melhor forma de detetar possíveis desequilíbrios musculares é através do dinamómetro isocínético. Para a medição simultânea do MFM e do ângulo, o Cybex (EUA) e o Biodex (EUA), são considerados os instrumentos mais indicados (Drouin et al., 2004; Lund et al., 2005; Beam & Adams, 2014). O método isocínético fornece informações precisas sobre a qualidade da contração muscular. Os resultados têm mostrado boa reprodutibilidade em

crianças, adultos e idosos saudáveis e foram extensivamente utilizados para a avaliação funcional e patológica dos músculos (Alangari et al., 2004; Santos et al., 2013).

A medição da força muscular através de dinamômetros isocinéticos, tem sido cada vez mais utilizada no diagnóstico de disfunções neuro-músculo-esqueléticas. Para além disso, é também útil para a prescrição de treino, na reabilitação e na investigação, devido ao fornecimento de informações relevantes através de indicadores como o momento de força máxima (MFM), as diferenças bilaterais de força e a razão antagonista/agonista dos membros dominante (D) e não dominante (ND) (Dvir, 2004). Em desportistas, os parâmetros obtidos permitem definir o perfil de força individual do atleta e ajudam a definir o seu programa de treino, quer seja com finalidade de prevenção ou de reabilitação das lesões, mas também de performance como foi evidenciado em alguns estudos (Ghraiiri et al., 2014).

O processo avalia a ação de dois grupos musculares em torno de um mesmo movimento produzido a uma velocidade angular constante, durante várias repetições. Uma vez que existe uma relação inversa entre a força de ação isocinética e a velocidade angular, velocidades mais baixas são utilizadas para medir a força máxima e as velocidades angulares mais altas, para a determinação da resistência muscular (Terreri et al., 2001; Alangari et al., 2004; Ghraiiri et al., 2014), que também pode servir para avaliar a percentagem de fibras rápidas no grupo muscular estudado em função da fadiga acumulada (Beam & Adams, 2014). O aparelho isocinético é considerado seguro, pois o indivíduo nunca irá ser sujeito a uma força maior do que aquela que consegue suportar, dado que a resistência é igual à força aplicada (Brown, 2000). Este equipamento é ainda vantajoso no sentido em que retira o máximo aproveitamento dinâmico da força no trajeto articular, não requer um aquecimento extenso, os sintomas das dores musculares são minimizados, proporciona *feedback* músculo-articular, fortalece a musculatura, da mesma forma em cada fase do movimento, podendo-se reproduzir os testes nas mesmas condições e é um equipamento de alta durabilidade (Fleck & Kraemer, 1999; Foss & Keteyian, 2000; Santos et al., 2013).

Durante o teste de força isocinético do joelho, o sujeito ao estar sentado a executar o movimento de extensão-flexão do joelho, realiza o exercício em cadeia cinética aberta

(CCA), estando os grupos musculares a ser utilizados individualmente (Beam & Adams 2014). No artigo de Moser et al. (2010), é afirmado que este exercício feito em CCA é menos funcional que se for executado em cadeia cinética fechada (CCF), porque o movimento ocorre numa única articulação, sem sustentar o peso corporal e sem ter o segmento distal fixo a uma superfície sustentadora.

Os custos elevados e a grande área que este ocupa, são limitações do uso do dinamómetro. Para além disso, é preciso ter em conta que os movimentos realizados neste aparelho não reproduzem especificamente os gestos da maioria das modalidades desportivas (Terrerri et al., 2001). Para González-Badillo (1995) e Bosco (2000), no método isocinético, os dados estão frequentemente afetados por notáveis níveis de erros de medida porque nos ângulos de transição entre flexão e extensão existe uma necessária desaceleração e aceleração da velocidade angular assim, à medida que aumenta a velocidade angular, uma parte cada vez menor do trajeto é realmente isocinética. Também o choque para travar o movimento provoca oscilações no registo da força, fenómeno que se pode agravar com o aumento da velocidade. Para estes autores, é a medição do MFM que apresenta menos erros, todavia, este acontece mais tarde para que se possa desenvolver o máximo de força desde o início do movimento, o que vai influenciar o ângulo de produção desta força.

No método isocinético, o MFM corresponde à força produzida em movimento de rotação e é calculado pelo produto da força pela distância em relação ao eixo de rotação. A distância corresponde à alavanca medida entre o eixo de rotação e o ponto de produção da força. A unidade de medida do MFM é correntemente expressa em newton-metros (N.m) (Beam & Adams, 2014). O MFM representa a força máxima desenvolvida num ponto da amplitude do movimento (Iossifidou et al., 2005; Zacas, 2006; Beam & Adams, 2014). Por causa da forte relação entre o peso corporal, de forma a corrigir o efeito da massa, o MFM é frequentemente normalizado em função da massa corporal em MFM relativo. A utilização do MFM absoluto pode causar uma grande variabilidade quando se comparam os sujeitos, todavia quando se trata de avaliar a evolução dos sujeitos no tempo, ou para comparar os membros, a utilização do MFM absoluto é válida (Keading et al., 2015).

As velocidades angulares de $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ (lenta), $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ (média) e $300^{\circ} \cdot s^{-1}$ (rápida) têm sido muito utilizadas em estudos com desportistas (Fousekis et al., 2010). Para obter um maior MFM, são utilizadas as velocidades angulares mais baixas (Terrerri et al., 2001; Alangari et al., 2004; Ghrairi et al., 2014). As velocidades possíveis nos dispositivos isocinéticos são bastante inferiores às dos movimentos desportivos como os *sprints*, remates, projeções, saltos, limitando a aplicabilidade no gesto desportivo (Beam & Adams, 2014), e relativizando a utilidade do uso de velocidades altas (Fousekis et al., 2010).

A extensão do joelho avalia a força produzida pelos quadricípites (Q) constituídos pelo *rectus femoris*, *vastus medialis*, *lateralis*, e *intermedius*. Os *vastus* produzem $\approx 85\%$ da força de extensão e são monoarticulares. A flexão dos joelhos avalia a força produzida pelos I constituídos pelo *biceps femoris*, do *semitendinosus*, e do *semimembranosus* (Beam & Adams, 2014).

O MFM dos extensores e dos flexores do joelho aumenta no decorrer da adolescência (14-17 anos) e atinge o seu máximo na idade adulta (18-35 anos). O efeito das dimensões corporais tem sido um dos fatores que mais influenciam a avaliação isocinética (Neder et al., 1999), na medida em que, quanto maior é o indivíduo maiores são os seus segmentos corporais e, como consequência, maior será a sua capacidade de produzir força em comparação com os seus pares com dimensões corporais mais reduzidas (De Ste Croix et al., 2003). As mulheres têm tendência a produzir à volta de 60% do MFM absoluto e 80% do MFM relativo dos homens, tanto em populações sedentárias como em desportistas. Os atletas tem tendência a apresentar um MFM absoluto de 15-20% e um MFM relativo de 5-10% superior ao dos sedentários (Beam & Adams, 2014).

2.3 Desequilíbrio muscular

Os atletas podem desenvolver desequilíbrios musculares significativos devido à especificidade da modalidade praticada, o que pode prejudicar gravemente a *performance* (Klee et al., 2004). Estes desequilíbrios podem ser explicados pela diferença de força e/ou flexibilidade entre grupos musculares que atuam sobre uma mesma articulação (equilíbrio

do agonista e antagonista), ou que atuam em articulações opostas (equilíbrio bilateral), isto é, ocorrem quando determinado grupo muscular apresenta maior ou menor tensão que o outro e comprometem o funcionamento articular e as cadeias cinéticas (Weineck, 1997; Liebenson & Lardner, 1999; Kollmitzer et al., 2000; Klee et al., 2004; Daneshjoo et al., 2013). O processo de instalação de um desequilíbrio muscular normalmente não é perceptível ao indivíduo até que os seus efeitos se comecem a manifestar, regularmente em forma de quadros álgicos e/ou deformidades. E, tendo em consideração o complexo de cadeias musculares que compõem o corpo humano, o processo será seguido de uma série de compensações locais e à distância (Busquet, 1999; Moraes, 2002).

O tratamento dos desequilíbrios consiste em promover um reequilíbrio das cadeias musculares alongando o que está encurtado e fortalecendo o que está fraco, para obter um reequilíbrio fisiológico entre as tensões produzidas (Weineck, 1997; Busquet, 1999; Kollmitzer et al., 2000; Kolyniak et al., 2004).

Défices de força entre membros ou entre grupos musculares agonista e antagonista da mesma perna, foram constatados em desportos de uso assimétrico de pernas como o futebol, mas também em desportos simétricos como a corrida (Fousekis et al., 2010). Para otimizar a sua *performance*, os jogadores tem tendência em utilizar repetidamente as suas pernas de forma diferenciada, o que altera o equilíbrio da força entre as duas extremidades (Fousekis et al., 2010). Os remates com a perna dominante são repetidos com grande frequência e podem causar um aumento da flexibilidade dinâmica dos I e da força dos Q contribuindo para possíveis lesões e desequilíbrios entre os grupos musculares agonistas e antagonistas (Daneshjoo et al., 2013).

Uma função importante do LCA (ligamento cruzado anterior) é a de controlar a translação da tíbia em relação ao fémur nas ações de travagens dos MI e no final de movimentos de extensão explosivos, para evitar as pressões excessivas na articulação do joelho. A ativação dos I suporta a função dos LCA e implica que deficiências de força nestes músculos possam aumentar os riscos de lesões nos LCA (Herzog et al., 2003; Keading et al., 2015). A suscetibilidade das roturas dos LCA é superior no género feminino (Beam & Adams, 2014). Particularmente a partir das menarcas, o perfil hormonal da mulher favorece

a laxidão dos ligamentos do joelho e o enfraquecimento do isquiotibiais (Daneshjoo et al., 2013).

As lesões nos I acontecem mais em atletas de modalidades de alta velocidade como, mais especificamente nas ações de *sprints* e pontapés de alta velocidade (Hui Liu et al., 2012). As evidências epidemiológicas sugerem que os desequilíbrios de força muscular desempenham um papel central (Greco et al., 2012; Keading et al., 2015), por outro lado alguns estudos não evidenciam esta relação (Keading et al., 2015).

2.4 Desequilíbrio e Lesões Musculares no Judo

Para ter êxito ao nível internacional, o judoca necessita de elevados níveis de força, incluindo a força máxima, a potência e a resistência de força (Ghraiiri et al., 2014). Nos judocas de alto nível, a força muscular é uma das mais importantes competências. Atingir níveis elevados de força máxima é fulcral, mas é também importante assegurar um bom equilíbrio entre os diferentes grupos musculares e assim evitar numerosas lesões e as suas consequências sobre a *performance* (Drid et al., 2010).

Diversos estudos revelam que as lesões dos membros inferiores são bastante frequentes na modalidade de judo (Carvalho et al., 2009). Segundo Cynarski (2008), as lesões no judo afetam principalmente as extremidades do corpo: joelho (28%), ombro (22%) e mão/dedo (30%), em outro estudo, a região mais afetada foi o joelho, principalmente com lesões meniscais e ligamentares (Carazzato et al., 1992). No judo, devido ao facto de que uma das pernas atua como um "pé de apoio", enquanto a outra está sempre pronta para atacar o oponente, é provável que existam desequilíbrios entre os grupos musculares (Drid et al., 2010). Uma vez que no judo existem bastantes mudanças de direção e movimentos rotacionais, a rutura dos meniscos é comum (Canavan, 2001). Segundo Castropil, (2006) e Majewski, (2006), a entorse do joelho é uma patologia frequente em desportos de contacto, sendo que as maiores complicações na população judoca são ao nível de lesões do ligamento colateral medial (LCM), menisco medial e ligamento cruzado anterior (LCA). Estas lesões são muitas vezes causadas devido ao tipo de técnicas utilizadas, particularmente naquelas em que se usam mais as pernas, como o *o-soto-gari* (Koshida et al., 2010).

2.5 Rácio Antagonista/Agonista (I/Q)

Através da determinação do MFM dos grupos musculares, os testes isocinéticos ajudam a avaliar o balanço entre os agonistas e os antagonistas, e as diferenças bilaterais (Drid et al., 2010). No joelho, a relação entre a força dos I e dos Q e a relação bilateral entre os extensores e os flexores, está implicada como um fator importante na funcionalidade do joelho (Kim e Hong, 2011). Para a deteção de desequilíbrios, alguns autores preferem as diferenças bilaterais, outros os rácios I/Q (Hui Liu et al., 2012). Na avaliação da força isocinética dos extensores e flexores da articulação do joelho recorre-se normalmente ao rácio convencional (RC) concêntrico (MFM Icon/ MFM Qcon) (Brown, 2000; Dvir, 2004). O RC é calculado pela divisão entre o valor de MFM do I e o valor de MFM do Q, utilizando a seguinte equação para obter resultados em percentagens:

$$\text{Rácio convencional} = \frac{\text{MFM isquiotibiais con}}{\text{MFM quadríceps con}} \times 100$$

O RC permite comparar os sujeitos sem necessitar de normalização. A sua redução é indicadora de uma dominância do quadríceps sobre o I e é associado a um risco de lesão acrescido no atleta (Verdijk et al., 2009; Keating et al., 2015; Daneshjoo et al., 2013). Também é utilizado o rácio funcional (Iexc/Qcon), que poderia ser mais específico na deteção de desequilíbrios (Greco et al., 2012), todavia o concêntrico é frequentemente preferido ao excêntrico por razões de facilidade e de segurança (Keating et al., 2015).

O RC aumenta de 47 para 83 % quando a velocidade passa de 30°.s⁻¹ para 300°.s⁻¹ (Sanderson et al., 1984). Existem estudos que preconizam as velocidades angulares de 180°.s⁻¹ como melhores preditores de lesões dos ísquiotibiais, enquanto outros recomendam 60°.s⁻¹ (Hui Liu et al., 2012), mas habitualmente o RC é avaliado nas velocidades angulares mais baixas para garantir os maiores MFM (Terrerri et al., 2001). Em crianças dos 8-10 anos existe uma boa reprodutibilidade dos dados em velocidade angular de 60°.s⁻¹, e este método pode ser usado para detetar mudanças clínicas na força dos joelhos. Porém, a avaliação isocinética de 180°.s⁻¹ não apresenta reprodutibilidade suficiente para ser recomendada para este tipo de população (Fagher et al., 2016).

Muito tem sido discutido sobre o RC, no entanto, parece haver ainda pouco consenso relativamente a um valor normativo para uma velocidade angular de $60^{\circ}.s^{-1}$ (Coombs e Garbutt, 2002; Hewett et al., 2008; Grygorowicz et al., 2010; Hadzic et al., 2010). Existe uma confusão sobre a natureza dos desequilíbrios e sobre quais seriam os valores de RC ideais e os preditivos de lesões (Sanderson et al., 1984, Hui Liu et al., 2012). Também nem todos os estudos associam os desequilíbrios de força com a suscetibilidade das lesões, e os ratios ideais ainda necessitam de evidências de estudos com sujeitos que foram medidos antes de se lesionarem (Beam & Adams, 2014).

As pesquisas em vários desportos apontam 60% como normativa do rácio convencional em velocidade angular de $60^{\circ}.s^{-1}$ e 80% em velocidades mais elevadas. Valores inferiores têm sido considerados como desequilíbrios entre I e Q, predispondo os atletas a lesões (Tourney-Chollet et al., 2000; Magalhães et al., 2004; Daneshjoo et al., 2013). Outros autores consideram a normalidade de RC entre 49-72% a $60^{\circ}.s^{-1}$, de 58-78% a $180^{\circ}.s^{-1}$ e de 78-85% a $300^{\circ}.seg^{-1}$. (Zabka et al., 2011; Beam & Adams, 2014).

O RC é significativamente inferior em jogadoras de futebol feminino comparado aos jogadores masculinos (Andrade et al., 2012).

O *timing* dos movimentos explosivos (50-250 ms) não permite que a força máxima seja atingida. Também o curto espaço de tempo necessário para estabilizar um joelho nos movimentos explosivos (< 50 ms), são argumentos avançados como limite da utilização dos ratios Icon/Qcon e Iexc/Qcon como preditores da estabilização do joelho em movimentos explosivos (Greco, 2012).

2.6 Diferenças Bilaterais

Quando um grupo muscular num membro inferior é mais fraco, apresenta um défice em relação ao membro mais forte, esta diferença bilateral ou este défice bilateral (DB) é um índice de simetria que se exprime em percentagem e permite uma avaliação clínica do risco potencial de futuras lesão (Beam & Adams, 2014; Keading et al., 2015). As DB são calculadas segundo a seguinte fórmula:

$$DB = ((MFM \text{ membro } D - MFM \text{ membro } ND) / (MFM \text{ membro } D)) \times 100$$

Assim, diferenças bilaterais de força entre 10-15% para alguns autores, acima dos 15% para outros, são indicadores de desequilíbrios musculares, e poderão aumentar os riscos de lesões nesta articulação no membro mais fraco (Brown, 2000; Knapik et al., 2004; Zabka et al., 2011; Daneshjoo et al., 2013; Keating et al., 2015). Em sujeitos submetidos a uma meniscectomia, estes valores atingem 17-40% dependendo do grupo muscular avaliado e regressam a 15% após uma revalidação (Beam & Adams, 2014). Em jovens de 6-16 anos as diferenças bilaterais podem existir em níveis comparáveis à população adulta (Henderson et al., 1993). Num estudo sobre 1252 jogadores de futebol americano de 20-27 anos, os DB são frequentes nos Q e nos I e atingem aproximadamente metade dos sujeitos, isto acrescido das largas variações de DB observadas, faz com que os autores questionem se os valores considerados normais, fazem sentido para este tipo de população submetida a altos níveis de treino (Zvijac et al., 2014).

CAPÍTULO III: METODOLOGIA

3.1 Amostra

Tabela 1. Caracterização da amostra (n=19).

Variáveis	Unidades de medida	Média ± Desvio Padrão
Idade Cronológica	Anos	15,7 ± 2,3
Estatutura	cm	164,0 ± 11,2
Massa Corporal	kg	56,6 ± 12,3
Massa gorda	%	16,2 ± 4,5
Massa isenta de gordura	kg	47,3 ± 9,7
	%	83,78 ± 4,5
IMC	kg/m ²	20,8 ± 2,3
Anos de prática	anos	6 ± 2,8

No presente estudo participaram 19 atletas judocas, onze do sexo masculino e oito do sexo feminino, com idades compreendidas entre os 12,58 e os 19,24 anos. Estes atletas pertencem a três escalões diferentes, juvenis (13/14 anos, n=10), cadetes (15/17 anos, n=4) e juniores (18/19 anos, n= 5). Quanto à lateralidade, 4 eram canhotos e 15 eram destros. Todos os atletas oriundos do mesmo clube. Todos os atletas eram oriundos do mesmo clube.

Os atletas foram informados sobre o procedimento do estudo no qual tiveram de aceitar participar de livre vontade e os seus encarregados de educação tiveram que preencher um termo de consentimento após terem tido conhecimento do estudo. Os sujeitos foram submetidos a uma avaliação antropométrica e foi efetuada uma familiarização aos testes realizados.

Para fazer parte da amostra, os atletas tiveram de satisfazer obrigatoriamente os seguintes critérios: a) fazer parte do escalão juvenil, cadete ou júnior; b) frequência de treinos semanais superiores a duas ou mais sessões, com seguro e autorização para a prática desportiva em ordem; c) treinar há mais de 1 ano; d) não apresentar lesões e não estar sob o efeito de medicamento no momento do estudo; e) não estarem sob o efeito de cafeína nem

de dieta; f) serem sujeitos cuja modalidade principal é o judo; g) terem feito um teste de familiarização de dinamometria isocinética. Quatro sujeitos não foram incluídos no estudo por terem efetuado o teste apenas uma vez.

3.2 Procedimentos

As avaliações foram efetuadas entre os meses de outubro e dezembro de 2015 e todos os procedimentos foram previamente agendados e realizados no Laboratório de Biocinética da Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, seguindo a mesma rotina de aquecimento, sequência de protocolos e respeitando o mesmo tempo de repouso sempre sob a orientação técnica da mesma equipa de avaliadores.

A investigação constou na recolha de dados antropométricos, de maneira a caracterizar a amostra quanto à estatura, à MC, ao IMC, à massa isenta de gordura através das pregas de gordura subcutâneas e a circunferência da coxa de ambos os membros. Posteriormente, realizou-se um teste isocinético a fim de avaliar o MFM em ambos os membros. Um observador considerado experiente efetuou a medição das pregas subcutâneas e da circunferência da coxa, enquanto outro ficou responsável pela pesagem, medição e pelo dinamómetro isocinético

3.3 Antropometria

Para a obtenção da massa corporal foi utilizada uma balança SECA digital (modelo 770, Hanover, MD, USA) com a precisão de 0.1 kg e para a medição da estatura, um estadiómetro portátil Harpenden (modelo 98.603, Holtain Ltd, Crosswell, UK), com uma precisão de 0,1 cm. Os sujeitos foram observados na posição antropométrica de referência, imóveis e descalços, encostados ao estadiómetro e imediatamente após inspiração profunda, o observador ajustou a cabeça de forma a orientar corretamente o Plano Horizontal de *Frankfurt*.

As pregas tricipital e subescapular foram feitas do lado direito do corpo utilizando um adipômetro (Slimguide) graduado em milímetros. Para estimar a percentagem da massa gorda foram utilizadas as equações de Slaughter (1988), adaptadas a sujeitos com idades entre os 8 e os 29 anos.

Para os sujeitos masculinos com somas de pregas inferiores a 35 mm :

$$\%MG = 1,21 (\textit{triceps} + \textit{subescapular}) - 0,008 (\textit{triceps} + \textit{subescapular})^2 - 1,7$$

Para os sujeitos femininos:

$$\%MG = 1,33 (\textit{triceps} + \textit{subescapular}) - 0,013 (\textit{triceps} + \textit{subescapular})^2 - 2,5$$

A massa isenta de gordura (MIG) foi estimada subtraindo da massa corporal a massa gorda.

Foi medida a circunferência máxima de ambas as coxas, ao nível do 1/3 proximal do segmento, pelo meio de uma fita antropométrica graduada em milímetros. Adicionalmente, foi medida a prega subcutânea verticalmente na parte anterior e média da coxa, e a circunferência foi reajustada subtraindo a espessura da prega do diâmetro (Circunferência inicial = $\pi * d$; Circunferência corrigida = $\pi * d - \textit{prega}$). Com estes cálculos e experimentou-se obter uma estimativa da circunferência da coxa sem a influência da gordura subcutânea, numa tentativa de isolar melhor o efeito da musculatura utilizada sobre os resultados do teste isocinético.

3.4 Dinamometria Isocinética para Avaliação dos Músculos Flexores e Extensores do Joelho

Numa fase preparatória, após um período de familiarização do avaliador com o equipamento, foi feito teste-reteste com o intuito de garantir resultados o mais fiáveis possível. Foram utilizados sujeitos familiarizados com o teste e as correlações teste-reteste foram significativas.

Existiram dois momentos de avaliação realizados em dias diferentes mas efetuados sempre no mesmo período do dia. O primeiro foi apenas com o objetivo de familiarização dos sujeitos. Os resultados do segundo momento foram os utilizados neste estudo. Os sujeitos que apenas fizeram a sequência de familiarização foram excluídos do estudo (n=4).

No dia dos testes, procedeu-se a uma nova verificação dos equipamentos e do funcionamento do *software*. Posteriormente, os sujeitos realizaram uma sessão de aquecimento de 8 minutos no ciclo ergómetro (Monark 814E, Varberg, Sweden), com uma resistência de 2% da massa corporal, a uma velocidade constante de 50 rpm (Brown, L., 2000). De seguida, foram aplicados, para todos os atletas, três exercícios de alongamentos estáticos (uma série de 15 segundos) específicos dos músculos da coxa (quadríceps, isquiotibiais e adutores).

Posteriormente, utilizou-se um dinamómetro isocinético como instrumento de avaliação para a determinação dos valores de força dos músculos flexores e extensores do joelho (Biodex Multijoint System 3, Shirley, NY, USA). Esta avaliação isocinética foi realizada no membro dominante (D) e não dominante (ND), em modo concêntrico (CON) e em velocidades angulares baixas no primeiro momento ($60^{\circ}.s^{-1}$) e média ($180^{\circ}.s^{-1}$) no segundo. O membro dominante foi determinado pela perna de apoio utilizada pelos judocas e susceptível de maior produção de força para transmitir impulso ao oponente na projeção, sendo a perna não dominante a perna de enganche sobre o oponente.

Na maioria dos estudos encontrados, foram utilizadas as velocidades angulares de $60^{\circ}.seg^{-1}$ e de $180^{\circ}.seg^{-1}$. Uma velocidade considerada lenta para obter maior produção MFM e uma velocidade mais elevada, para ter um termo de comparação do mesmo comportamento em velocidades mais perto das modalidades desportivas (Terrerri et al., 2001). A validade e a reprodutibilidade do método isocinético é aceitável. Dado que existe uma maior variabilidade em teste-reteste nas velocidades altas (Beam & Adams, 2014), utilizaram-se os dados com velocidades angulares de $60^{\circ}.seg^{-1}$ para avaliação dos desequilíbrios musculares.

Quanto à escolha em modo CON, este acaba por ser mais seguro e de fácil compreensão para a execução do atleta (Terrerri et al., 2001; Keating et al., 2015). Apesar

do modo excêntrico oferecer uma mais-valia em termos de avaliação funcional da articulação dos joelhos (Aagaard et al., 1995), sendo a amostra deste estudo composta por sujeitos jovens, optou-se pela forma que foi julgada mais segura e adaptada a esta população.

Para a realização desta avaliação, os atletas foram colocados em posição sentada, estando o braço da alavanca alinhado com o epicôndilo lateral do joelho. Os sujeitos foram ajustados no dinamómetro de acordo com as suas características antropométricas e de acordo com as referências na literatura (De Ste Croix et al., 2003). Para fixação ao aparelho foi colocada uma tira no abdómen, duas tiras no tronco cruzadas entre si, uma fixada no terço distal da coxa e outra colocada no terço distal da perna para fixação da articulação tibiotársica, cerca de 3 cm acima do maléolo interno. Foi pedido a todos os sujeitos que, durante o teste, colocassem os braços cruzados e fixos no peito sem segurar nas tiras de segurança, tendo em vista o isolamento da ação dos grupos musculares responsáveis pela extensão e flexão do joelho (Brown,2000).

A correção do efeito da gravidade no braço da alavanca do dinamómetro no membro inferior analisado, foi efetuada através da pesagem do mesmo, relaxado, em posição horizontal, num ângulo de 30° e no início de cada sessão, anterior à realização do teste.

Para evitar um trabalho com força elevada perto da amplitude máxima da articulação e para minimizar a ocorrência da “falsa” extensão, que por vezes pode acontecer em sujeitos devido à fadiga (Greco et al., 2012), a amplitude de movimento durante o teste foi definida através da extensão até 5°. De seguida estabeleceu-se a posição de 90° e flexão do joelho a partir dessa posição.

Para facilitar a leitura e compreensão do leitor, denominou-se o ângulo de 0° de ângulo aberto máximo, referente a quando há uma extensão completa da perna. O ângulo de 90° é o momento em que há uma flexão máxima permitida pelo equipamento, correspondente ao ângulo fechado máximo.

A partir deste referencial, de 45° a 90° considera-se um ângulo fechado, tanto pela flexão como pela extensão. Sendo aberto o ângulo de 45° a 0° (Figura 1). É de notar que nos

resultados dos ângulos fornecidos pelo dinamômetro isocinético e apresentados nas tabelas de resultados, quanto maior é o número, mais fechado é o ângulo.

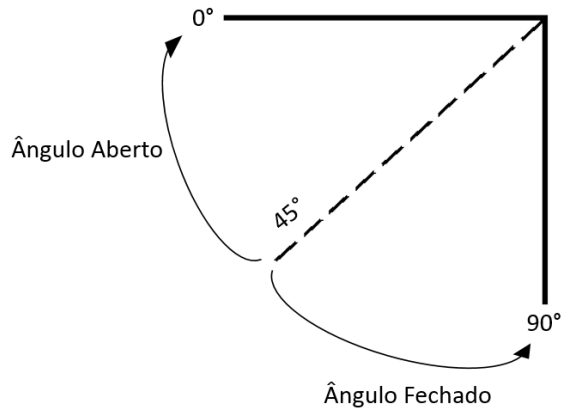


Figura 1. Definição de ângulo aberto e ângulo fechado no dinamômetro isocinético

Após os procedimentos de posicionamento e dos alinhamentos, em cada velocidade foi pedido aos sujeitos que efetuassem alguns movimentos de extensão e flexão a uma intensidade submáxima no sentido de completar o período de ativação muscular e também para familiarizar os sujeitos e reforçar os critérios de boa execução do teste para garantir uma melhor fiabilidade dos valores recolhidos.

Colocado o membro numa posição inicial de 90°, os sujeitos realizaram alternadamente cinco extensões e flexões do joelho com intensão máxima de produção de força numa velocidade de 60°.seg⁻¹ e tiveram um período de recuperação de 180 segundos antes de reproduzir o esforço nas mesmas condições à velocidade de 180°.seg⁻¹. Este procedimento foi primeiro realizado com a perna direita e de seguida com a perna esquerda. Os parâmetros estudados foram calculados pelo *software* do dinamômetro.

Durante a realização dos testes, foram dados *feedbacks* verbal e visual. O visual através do monitor do dinamômetro isocinético, que foi colocado numa posição visível para os sujeitos e o *feedback* verbal com o objetivo de encorajar os sujeitos durante ambas as velocidades de modo a ajudá-los na obtenção dos melhores resultados. Após a avaliação, foi feita uma recuperação ativa sem carga no cicloergómetro.

Posteriormente, efetuou-se a filtragem dos outputs e suavização das curvas, utilizando o programa *Microsoft Excel 2013*. Analisando as variáveis correspondentes aos momentos em que os sujeitos produziram força nas velocidades programadas, excluíram-se os momentos de aceleração e desaceleração que correspondem às transições entre extensão-flexão. Para o efeito, foi utilizado o programa *Microsoft Excel 2013*.

3.5 Análise estatística

A análise de dados iniciou-se com a apresentação da estatística descritiva compreendendo uma medida de tendência central (média) e o desvio padrão como medida de dispersão e percentagens.

Para a escolha dos métodos de estatística inferencial, procurou-se avaliar a normalidade dos dados através da realização dos testes de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk. Também se procurou a presença de *outliers* através dos gráficos de normalidade. Realizaram-se os testes paramétricos e não paramétricos com e sem os *outliers* e não se encontrou diferenças de resultados. À luz destas experimentações resolveu-se apresentar os tratamentos dos dados mantendo os *outliers*, aproveitando a totalidade da amostra em cada variável utilizada. Desta forma, concluiu-se que estes sujeitos serviam a função do objetivo do estudo, o que a comparação das estatísticas com e sem *outliers* vem confirmar. Apesar da maioria dos dados das variáveis utilizadas neste estudo apresentar normalidade, optou-se por expor os resultados da estatística não paramétrica. Já que não se encontraram diferenças de resultados entre a utilização dos testes paramétricos e não paramétricos, apresentou-se um estatística uniforme para todos os dados tratados. Também, visto a amostra ser inferior a 30 sujeitos, e quando se torna necessário comparar subgrupos como os rapazes e raparigas, será mais correto utilizar a estatística não paramétrica.

Para a comparação das médias dos membros dominantes e não dominantes, utilizou-se o teste emparelhado de *Wilcoxon*. O coeficiente de correlação de *Spearman* foi utilizado para estudar as relações entre as variáveis. Para ambos os testes foi adotado como nível de significância o valor de 5%.

Todas estas avaliações foram feitas através do programa *SPSS (Statistical Program for Social Sciences)*, versão 23.0, para o sistema operativo *Windows 8, 64 bits*.

As variáveis estudadas relativamente ao teste do dinamómetro isocinético, foram o MFM absoluto em N.m, ângulos do MFM em graus e as diferenças bilaterais (DB) e o rácio convencional (RC) em percentagens. Para cada velocidade e cada membro inferior, o RC foi avaliado dividindo o MFM concêntrico dos isquiotibiais pelos quadríceps, multiplicado por 100 para apresentar os resultados em percentagem. As DB foram traduzidas em percentagens pela seguinte equação:

$$DB = [(MFM D - MFM ND)/MFM D] \times 100$$

Relativamente à caracterização da amostra, a variável “nível” refere-se ao nível atingido pelos sujeitos na modalidade. Com a ajuda dos treinadores do clube, consideraram-se 5 níveis: 1- clube juvenil e cadete; 2- zonal juvenil; 3- zonal (cadete/júnior) e nacional (juvenil); 4- Nacional (cadete e juvenil); 5- Internacional (júnior). Esta variável depende de vários fatores, como o tempo de prática dos sujeitos, o seu talento e empenho. A classificação dos judocas foi da responsabilidade dos treinadores que seguem estes atletas desde o início da sua prática na modalidade. Recolheram-se também as horas de prática semanal e os anos de prática da modalidade.

Quanto à variável “maturidade”, de maneira a não sobrecarregar os sujeitos com mais testes e questionários e tendo um grupo de treinadores experientes (mínimo 3º dan e nível 2 em judo e titulares de um grau de Mestre na FCDEF-UC) em contacto com os sujeitos desde o início da sua prática na modalidade, recolheu-se a opinião dos treinadores sobre uma escala de valor de 1 a 10. Foi-lhes pedido para classificarem os seus atletas por ordem crescente de maturidade tendo em conta a seguinte escala: 1 é o início da pequena infância; 2, o final da pequena infância; 3, o início da infância; 4, o fim da infância; 5,6,7, o início, meio e final da adolescência, respetivamente; 8,9 e 10, o início, meio e fim da fase adulta, respetivamente.

CAPITULO IV:

RESULTADOS

Tabela 2. Estatística descritiva dos valores absolutos e relativos do MFM na velocidade de 60°.s⁻¹ (extensores e flexores do joelho em modo concêntrico) do membro dominante e não dominante em atletas de Judo do género masculino (n=11) e feminino (n=8).

Sd= desvio padrão; MFM= momento de força máximo; EJ= extensores do joelho; FJ= flexores do joelho; D= dominante; ND= não dominante

Sujeitos	Variáveis							
	Valores absolutos				Valores relativos			
	MFM EJ – D (N.m)	MFM EJ – ND (N.m)	MFM FJ – D (N.m)	MFM FJ – ND (N.m)	MFM EJ – D (N.m)	MFM EJ – ND (N.m)	MFM FJ – D (N.m)	MFM FJ – ND (N.m)
Feminino								
1	135,9	139,9	69,2	72,5	2,53	2,60	1,29	1,35
2	108,1	106,9	42,6	42,0	2,41	2,38	,95	0,94
3	132,5	131,4	67,8	63,2	2,38	2,36	1,22	1,14
4	155,4	174,2	87,7	84,8	2,41	2,70	1,36	1,32
5	127,1	153,9	66,6	76,3	2,22	2,69	1,16	1,33
6	124,3	124,6	55,9	65,9	2,05	2,06	0,92	1,09
7	141,3	130,6	67,8	63,7	2,82	2,60	1,35	1,27
8	131,1	124,8	58,9	53,8	2,73	2,59	1,22	1,12
Média ± Sd	131,96 ± 13,6	135,79 ± 20,5	64,56 ± 12,9	65,28 ± 13,3	2,44 ± 0,3	2,50 ± 0,2	1,18 ± 0,2	1,19 ± 0,2
Masculino								
9	284,8	261,8	141,3	141,0	3,21	2,95	1,59	1,59
10	157,6	148,5	70,2	76,5	2,77	2,61	1,23	1,34
11	145,2	143,6	75,3	75,9	3,11	3,07	1,61	1,63
12	122,3	132,8	63,3	75,5	2,44	2,65	1,26	1,51
13	129,8	134,1	68,6	72,1	2,68	2,76	1,41	1,49
14	118,9	162,7	67,8	68,3	2,15	2,94	1,23	1,24
15	197,7	185,8	75,1	84,9	2,85	2,68	1,08	1,23
16	113,1	106,6	65,6	83,1	2,08	1,96	1,20	1,52
17	160,3	184,7	90,9	95,2	2,24	2,58	1,27	1,33
18	190,0	160,7	106,4	85,6	2,77	2,34	1,55	1,25
19	82,9	57,8	40,1	28,5	2,64	1,84	1,28	0,91
Média ± Sd	154,79 ± 54,8	152,65 ± 51,2	78,60 ± 26,6	80,60 ± 26,3	2,63 ± 0,4	2,58 ± 0,4	1,34 ± 0,2	1,37 ± 0,2

Na apresentação dos resultados, no que concerne ao estado do equilíbrio muscular e da normalidade dos parâmetros destes sujeitos, apenas se compararam os resultados utilizados em velocidades angulares lentas de $60^{\circ}.\text{seg}^{-1}$, uma vez que esta velocidade descreve melhor o MFM e por ser esta ser mais válida e reprodutível, mas vez que quanto menor a velocidade, maior é o MFM (Terrerri et al., 2001; Alangari et al., 2004; Ghrairi et al., 2014; Beam & Adams, 2014). Em outras análises estatísticas, apenas se apresentaram os resultados em velocidade mais lenta quando os resultados nas diferentes velocidades não se diferem, mas também porque na discussão foram encontrados mais estudos com resultados nestas velocidades. Os resultados referentes à velocidade angular média de $180^{\circ}.\text{seg}^{-1}$ foram apenas apresentados quando se destacavam dos de $60^{\circ}.\text{seg}^{-1}$. Tendo em conta os valores referenciais apresentados por Beam & Adams (2014), pela idade média da amostra do presente estudo ($15,7 \pm 2,3$), os valores absolutos do MFM dos Q dos sujeitos masculinos, encontram-se abaixo da média. Todavia, o MFM relativo encontra-se acima da média (Tabela 2). Nos sujeitos femininos, não foram encontrados termos de comparação pelas idades. No entanto, o MFM relativo dos Q da amostra encontra-se acima da média, para atletas de idades compreendidas entre os 18 e os 25 anos.

Comparados os resultados deste estudo com os de judocas séniores experientes (Drid, et al., 2010; Andrade et al., 2012; Ghrairi et al., 2014), nos Q, os valores de MFM absoluto e relativo dos sujeitos do presente estudo são bastante inferiores.

Nos sujeitos masculinos, em relação aos I, os valores absolutos do MFM são bastante inferiores aos obtidos por Beam & Adams (2014) para idades equivalentes. Os valores relativos do MFM são também inferiores. Nos resultados dos I dos sujeitos femininos deste estudo, tanto os valores relativos como os absolutos são inferiores aos propostos por Beam & Adams (2014), para mulheres atletas entre os 18 e os 25 anos.

Confrontados aos resultados de judocas séniores experientes (Drid et al., 2010; Andrade et al., 2012; Ghrairi et al., 2014), os resultados de MFM absoluto nos I dos sujeitos masculino e feminino do presente estudo são inferiores, enquanto os valores do MFM relativo são inferiores nos sujeitos femininos e equivalentes nos masculinos. Os valores e MFM absoluto e relativo dos sujeitos masculinos são superiores aos dos femininos.

Tabela 3. Estatística descritiva e inferencial do MFM absoluto e relativo nas velocidades angulares de 60°.s⁻¹ e 180°.s⁻¹ (extensores e flexores do joelho em modo concêntrico) do membro dominante e não dominante, em atletas de Judo (n=19).

Variáveis	Unidades de Medida	Média e desvio padrão		Wilcoxon	
		Dominante	Não dominante	valor	ρ
MFM extensores do joelho 60°.s ⁻¹ - A	N.m	145,17 ± 43,3	145,55 ± 41,1	-0,362	0,717 ns
MFM extensores do joelho 60°.s ⁻¹ - R	N.m.kg ⁻¹	2,55 ± 0,3	2,54 ± 0,3	-0,322	0,748 ns
MFM flexores do joelho 60°.s ⁻¹ - A	N.m	72,69 ± 22,5	74,14 ± 22,7	-0,865	0,387 ns
MFM flexores do joelho 60°.s ⁻¹ - R	N.m.kg ⁻¹	1,27 ± 0,2	1,29 ± 0,2	-0,872	0,383 ns
MFM extensores do joelho 180°.s ⁻¹ - A	N.m	99,70 ± 27,2	102,51 ± 30,3	-1,610	0,107 ns
MFM extensores do joelho 180°.s ⁻¹ - R	N.m.kg ⁻¹	1,84 ± 0,7	1,90 ± 0,8	-1,550	0,121 ns
MFM flexores do joelho 180°.s ⁻¹ - A	N.m	57,83 ± 17,4	63,70 ± 18,4	-2,809	0,005 *
MFM flexores do joelho 180°.s ⁻¹ - R	N.m.kg ⁻¹	1,08 ± 0,5	1,17 ± 0,5	-2,607	0,009 *

* ρ <0,05; ns- não significativo

MFM= Momento de força máximo; A=absoluto; R= relativo

Tabela 4. Estatística descritiva e inferencial do MFM absoluto e relativo nas velocidades angulares de 60°.s⁻¹ e 180°.s⁻¹ (extensores e flexores do joelho em modo concêntrico) do membro dominante e não dominante em atletas de Judo do gênero masculino (n=11).

Variáveis	Unidades de Medida	Média e desvio padrão		Wilcoxon	
		Dominante	Não dominante	valor	ρ
MFM extensores do joelho 60°. s ⁻¹ - A	N.m	154,79 ± 54,8	152,65 ± 51,2	-0,622	0,534 ns
MFM extensores do joelho 60°.s ⁻¹ - R	N.m.kg ⁻¹	2,63 ± 0,4	2,58 ± 0,4	-0,622	0,534ns
MFM flexores do joelho 60°.s ⁻¹ - A	N.m	78,60 ± 26,6	80,60 ± 26,3	-1,156	0,248 ns
MFM flexores do joelho 60°.s ⁻¹ - R	N.m.kg ⁻¹	1,34 ± 0,2	1,37 ± 0,2	-0,968	0,333 ns
MFM extensores do joelho 180°. s ⁻¹ - A	N.m	95,94 ± 23,3	98,66 ± 25,2	-1,423	0,155 ns
MFM extensores do joelho 180°. s ⁻¹ - R	N.m.kg ⁻¹	1,74 ± 0,6	1,80 ± 0,7	-0,978	0,328 ns
MFM flexores do joelho 180°.s ⁻¹ - A	N.m	56,43 ± 12,3	61,42 ± 15,3	-1,785	0,074 ns
MFM flexores do joelho 180°.s ⁻¹ - R	N.m.kg ⁻¹	1,03 ± 0,4	1,11 ± 0,4	-1,530	0,126 ns

* ρ <0,05; ns- não significativo

MFM= Momento de força máximo; A= absoluto; R= relativo;

Tabela 5. Estatística descritiva e inferencial do MFM absoluto e relativo nas velocidades angulares de 60°.s⁻¹ e 180°.s⁻¹ (extensores e flexores do joelho em modo concêntrico) do membro dominante e não dominante, em atletas de Judo do género feminino (n=8).

Variáveis	Unidades de Medida	Média e desvio padrão		Wilcoxon	
		Dominante	Não dominante	valor	ρ
MFM extensores do joelho 60°.s ⁻¹ - A	N.m	131,96 ± 13,6	135,79 ± 20,5	-0,280	0,779 ns
MFM extensores do joelho 60°.s ⁻¹ - R	N.m.kg ⁻¹	2,44 ± 0,3	2,50 ± 0,2	-0,280	0,779 ns
MFM flexores do joelho 60°.s ⁻¹ - A	N.m	64,56 ± 12,9	65,28 ± 13,3	0,000	1,000 ns
MFM flexores do joelho 60°.s ⁻¹ - R	N.m.kg ⁻¹	1,18 ± 0,2	1,19 ± 0,2	0,000	1,000ns
MFM extensores do joelho 180°.s ⁻¹ - A	N.m	104,88 ± 32,8	107,80 ± 37,4	-0,561	0,575 ns
MFM extensores do joelho 180°.s ⁻¹ - R	N.m.kg ⁻¹	1,98 ± 0,8	2,05 ± 0,9	-1,053	0,292 ns
MFM flexores do joelho 180° s ⁻¹ - A	N.m	59,75 ± 23,6	66,83 ± 22,8	-2, 240	0,025*
MFM flexores do joelho 180° s ⁻¹ - R	N.m.kg ⁻¹	1,13 ± 0,6	1,26 ± 0,6	-2,201	0,028 *

* ρ <0,05; ns- não significativo

MFM= momento de força máximo; A= absoluto; R= relativo;

Tabela 6. Estatística descritiva dos RC e das DB na velocidade de 60°.s⁻¹ dos extensores e flexores do joelho em modo concêntrico de ambos os membros, em atletas de Judo do género masculino (n=11) e feminino (n=8).

Sujeitos	Variáveis			
	RC – D (%)	RC – ND (%)	DB- EJ (%)	DB- FJ (%)
Feminino				
1	50,9	51,8	-3	-5
2	39,4	39,3	1	1
3	51,2	48,1	1	7
4	56,4	48,7	-12	3
5	52,4	49,6	-21	-15
6	45,0	52,9	0	-18
7	48,0	48,8	8	6
8	43,1	44,9	5	9
Média ± Sd	48,30 ± 5,54	48,01 ± 4,27	6,38 ± 7,17	8,00 ± 5,83
Masculino				
9	49,6	53,9	8	0
10	44,5	51,5	6	-9
11	51,9	52,9	1	-1
12	51,8	56,9	-9	-19
13	52,9	53,8	-3	-5
14	57,0	42,0	-37	-1
15	38,0	45,7	6	-13
16	58,0	78,0	6	-27
17	56,7	51,5	-15	-5
18	56,0	53,3	15	20
19	48,4	49,3	30	29
Média ± Sd	51,35 ± 6,05	53,53 ± 9,11	12,36 ± 11,40	11,73 ± 10,58

Sd= desvio padrão; RC=rácio convencional; DB= diferenças bilaterais; D= dominante; ND= não dominante; EJ= extensor do joelho; FJ= flexor do joelho

Na velocidade de $60^{\circ}.s^{-1}$, não se encontraram diferenças significativas de MFM absoluto e relativo entre o membro D e ND, tanto nos quadríceps como nos isquiotibiais. Na velocidade mais elevada, houve uma diferença significativa a favor do membro ND nos I ($p = 0,005$) (Tabela 3).

No género masculino não se encontraram diferenças entre o membro D e ND independentemente da velocidade ou do grupo muscular considerado (Tabela 4.) Os resultados dos sujeitos femininos refletem os resultados globais ($p = 0,025$) (Tabela 5).

O RC encontra-se dentro da normalidade nos rapazes e muito perto disso nas raparigas. Todavia, 50% das raparigas apresentam valores inferiores ao normal no membro D, e 75% no membro ND. Nos rapazes, 36% apresentam valores inferiores ao normal no membro D e 27% no membro ND. O membro ND das raparigas apresenta a maior taxa de desequilíbrio antagonista/agonista.

Relativamente às DB, constatou-se que as judocas apresentam valores considerados normais em ambos os membros, enquanto os sujeitos masculinos apresentam valores mais elevados, mas que podem ser considerados como normais por vários autores que colocam a fasquia do desequilíbrios muscular entre 10-15% (Brown, 2000; Beam & Adams, 2014). Não obstante, 25% das raparigas e 45% dos rapazes apresentam maiores DB. Os isquiotibiais apresentam mais casos de valores maiores de DB que os quadríceps.

Tabela 7. Estatística descritiva e inferencial do RC nas velocidades angulares de 60°.s⁻¹ e 180°.s⁻¹ nos extensores e flexores do joelho em modo concêntrico, em ambos os membros, em atletas de Judo do género masculino (n=11) e feminino (n=8).

	Variável	Média e desvio padrão		Wilcoxon	
		Dominante	Não dominante	Valor	ρ
Grupo Geral	RC a 60°.s ⁻¹ (%)	50,06 ± 5,9	51,21 ± 7,8	-0,825	0,409 ns
	RC a 180°.s ⁻¹ (%)	58,31 ± 8,2	63,30 ± 10,0	-2,134	0,033*
Género	RC a 60°.s ⁻¹ (%)	48,30 ± 5,5	48,01 ± 4,3	-0,140	0,889 ns
Feminino	RC a 180°.s ⁻¹ (%)	56,38 ± 7,4	62,34 ± 7,3	-1,823	0,068 ns
Género	RC a 60°.s ⁻¹ (%)	51,35 ± 6,1	53,53 ± 9,1	-1,067	0,286 ns
Masculino	RC a 180°.s ⁻¹ (%)	59,71 ± 8,9	63,99 ± 11,9	-1,224	0,221 ns

* ρ <0,05; ns- não significativo

RC= rácio convencional

Utilizando a estatística inferencial, os RC apresentam apenas diferenças estatísticas significativas pelos isquiotibiais em velocidade mais elevada (ρ = 0,033), com uma tendência maior no género feminino (ρ = 0,068).

Tabela 8. Estatística descritiva dos ângulos na velocidade de 60°.s⁻¹ (extensores e flexores do joelho em modo concêntrico) de ambos os membros, em atletas de Judo do género masculino (n=11) e feminino (n=8).

Sujeitos	Variáveis			
	AEJ – D (°)	AEJ – ND (°)	AFJ – D (°)	AFJ – ND (°)
Feminino				
1	40	49	25	44
2	49	64	18	29
3	60	46	31	33
4	51	48	42	32
5	46	45	23	32
6	53	52	20	36
7	60	48	21	29
8	47	45	37	42
Média ± Sd	50,27 ± 6,83	49,63 ± 6,26	27,13 ± 8,68	34,63 ± 5,66
Masculino				
9	48	58	29	29
10	51	49	37	46
11	48	49	43	54
12	36	36	39	31
13	60	53	21	29
14	52	48	50	45
15	55	54	27	26
16	46	41	52	28
17	51	47	60	60
18	46	51	18	60
19	60	67	38	34
Média ± Sd	50,27 ± 6,83	50,27 ± 8,19	37,64 ± 13,19	40,18 ± 13,25

Sd= desvio padrão; AEJ= ângulo dos extensores do joelho; AFJ= ângulo dos flexores do joelho;
D= dominante; ND= não dominante

Tabela 9. Estatística descritiva e inferencial dos ângulos na velocidade de 60°.s⁻¹ e 180°.s⁻¹ (extensores e flexores do joelho em modo concêntrico) do membro dominante e não dominante, em atletas de Judo do gênero masculino (n=11) e feminino (n=8).

Variável	Média e desvio padrão		Wilcoxon		
	Dominante	Não dominante	Valor	ρ	
Grupo Geral	Ângulo extensores do joelho 60°.s ⁻¹ (°)	50,47 ± 6,7	50,00± 7,3	-0,567	0, 571 ns
	Ângulo flexores do joelho 60°.s ⁻¹ (°)	33,21 ± 12,4	37,84 ± 10,9	-1,611	0,107 ns
	Ângulo extensores do joelho 180°.s ⁻¹ (°)	47,16 ± 8,4	48,16 ± 30,3	0,742	0,458 ns
	Ângulo flexores do joelho 180°.s ⁻¹ (°)	28,11 ± 11,5	28,89 ± 10,4	-1,354	0,176 ns
Gênero Feminino	Ângulo extensores do joelho 60°.s ⁻¹ (°)	50,75 ± 6,9	49,63 ± 6,3	-0,701	0,483 ns
	Ângulo flexores do joelho 60°.s ⁻¹ (°)	27,13 ± 8,7	34,63 ± 5,7	-1,820	0,069 ns
	Ângulo extensores do joelho 180°.s ⁻¹ (°)	50,00± 10,8	47,63 ± 6,6	-0,339	0,735 ns
	Ângulo flexores do joelho 180°.s ⁻¹ (°)	25,75 ± 11,2	27,00 ± 10,3	-0,847	0,397 ns
Gênero Masculino	Ângulo extensores do joelho 60°.s ⁻¹ (°)	50,27 ± 6,8	50,27± 8,2	-0,102	0, 919 ns
	Ângulo flexores do joelho 60°.s ⁻¹ (°)	37,64 ± 13,2	40,18 ± 13,3	-0,474	0,635 ns
	Ângulo extensores do joelho 180°.s ⁻¹ (°)	45,09 ± 5,9	49,00 ± 8,9	-0,936	0,349 ns
	Ângulo flexores do joelho 180°.s ⁻¹ (°)	29,82 ± 11,9	30,27 ± 10,7	-1,077	0,281 ns

* ρ <0,05; ns- não significativo

Constatou-se que nas velocidades mais baixas, o MFM dos isquiotibiais produz-se em ângulos abertos ($< 45^\circ$), tanto no membro D como no ND, enquanto o MFM dos quadríceps se produz em ângulos fechados ($> 45^\circ$) (D, $\rho = 0,001$; ND, $\rho = 0,003$), tendência que se verificou também em velocidades mais elevadas (Tabela 8).

Não existem diferenças significativas dos ângulos de produção de MFM entre o membro D e ND, independentemente da velocidade angular e do género. Verificou-se também que à medida que a velocidade aumenta, os músculos têm tendência a produzir o seu MFM em ângulos mais abertos (Tabela 9).

Tabela 10. Resultados do teste de correlação de *Spearman* entre o MFM absoluto e relativo nas velocidades angulares de 60°.s⁻¹ e 180°.s⁻¹ (extensores e flexores do joelho em modo concêntrico) do membro dominante e não dominante, e os anos e nível de prática em atletas de Judo (n=19).

Variável	Unidades de medida	Velocidade de 60°.s ⁻¹				Velocidade de 180°.s ⁻¹			
		Anos de prática (anos)		Nível (#)		Anos de prática (anos)		Nível (#)	
		r _s	ρ	r _s	ρ	r _s	ρ	r _s	ρ
Valor absoluto:									
MFM extensores do joelho -D	N.m	0,344	0,150 ns	0,452	0,052 ns	-0,250	0,303 ns	-0,320	0,182 ns
MFM extensores do joelho -ND		0,026	0,917 ns	0,385	0,104 ns	-0,136	0,579 ns	-0,257	0,288 ns
MFM flexores do joelho -D		0,341	0,153 ns	0,442	0,058 ns	-0,225	0,355 ns	-0,248	0,306 ns
MFM flexores do joelho- ND		0,266	0,270 ns	0,414	0,078 ns	-0,177	0,469 ns	-0,153	0,533 ns
Valor relativo:									
MFM extensores do joelho - D	N.m.kg ⁻¹	0,049	0,843 ns	0,133	0,588 ns	-0,349	0,143 ns	-0,507	0,027*
MFM extensores do joelho - ND		-0,338	0,157 ns	0,026	0,917 ns	-0,331	0,166 ns	-0,453	0,052 ns
MFM flexores do joelho -D		0,280	0,246 ns	0,213	0,381 ns	-0,324	0,176 ns	-0,440	0,059 ns
MFM flexores do joelho - ND		0,056	0,820 ns	0,105	0,668 ns	-0,403	0,087 ns	-0,448	0,054 ns

* ρ <0,05; ns- não significativo

D= membro dominante; ND= membro não dominante; MFM= momento de força máximo

Numa tentativa de estabelecer a influência dos anos e do nível de prática dos judocas sobre os MFM, apenas na velocidade elevada se encontrou uma tendência de relação inversa entre o MFM relativo e o nível de prática ($r_s = -0,507$; $p = 0,027^*$). Esta relação é apenas significativa e também negativa com o Q no membro D.

Na tabela 10 verifica-se que na velocidade mais baixa, existe uma tendência positiva de relacionamento dos níveis de MFM absoluto com o nível de prática.

Tabela 11. Resultados do teste de correlação de *Spearman* dos ângulos, RC e das DB nas velocidades angulares de 60°.s⁻¹ e 180°.s⁻¹, de ambos os membros, e entre os anos e nível de prática em atletas de Judo (n=19).

Variável	Unidades de medida	Velocidade de 60°.s ⁻¹				Velocidade de 180°.s ⁻¹			
		Anos de prática (anos)		Nível (#)		Anos de prática (anos)		Nível (#)	
		r _s	ρ	r _s	ρ	r _s	ρ	r _s	ρ
Ângulo extensores do joelho D	°	0,157	0,522 ns	0,028	0,910 ns	0,544	0,016*	0,235	0,333 ns
Ângulo extensores do joelho ND		0,145	0,553 ns	0,154	0,530 ns	0,506	0,027*	0,284	0,238 ns
Ângulo flexores do joelho D		-0,168	0,493 ns	-0,238	0,326 ns	0,024	0,922 ns	-0,125	0,610 ns
Ângulo flexores do joelho ND		0,123	0,617 ns	0,087	0,725 ns	0,299	0,213 ns	0,173	0,480 ns
RC D	%	0,096	0,696 ns	0,044	0,858 ns	0,044	0,857 ns	0,119	0,627 ns
RC ND		0,284	0,239 ns	0,027	0,913 ns	0,045	0,855 ns	0,209	0,390 ns
DB extensores do joelho	%	-0,001	0,997 ns	0,368	0,122 ns	0,039	0,873 ns	-0,010	0,969 ns
DB flexores do joelho		0,139	0,570 ns	-0,098	0,689 ns	-0,331	0,167 ns	-0,140	0,568 ns

* ρ < 0,05; ns- não significativo

RC= rácio convencional; DB= diferenças bilaterais; D= membro dominante; ND= membro não dominante

Ao avaliar a influência dos anos e do nível de prática sobre os ângulos de produção do MFM, apenas houve uma relação positiva significativa do tempo de prática com os ângulos de produção do MFM dos Q a $180^\circ \cdot s^{-1}$ ($r_s=0,544$; $\rho=0,016$). No presente estudo, os RC e os DB não parecem ser influenciados pelos anos de prática e nível atingido na modalidade.

Tabela 12. Resultados do teste de correlação de *Spearman* entre a CC absoluta e relativa nas velocidades angulares de $60^\circ \cdot s^{-1}$ e $180^\circ \cdot s^{-1}$, de ambos os membros, e os anos e nível de prática em atletas de Judo (n=19)

Variável	Unidades de Medida	Anos de prática (anos)		Nível (#)	
		r_s	ρ	r_s	ρ
Valor absoluto:					
Circunferência D	mm	0,162	0,508 ns	0,555	0,014*
Circunferência ND		0,193	0,429 ns	0,543	0,016*
Valor relativo:					
Circunferência D	mm	-0,272	0,259 ns	-0,226	0,352
Circunferência ND		-0,269	0,265 ns	-0,238	0,327
MIG absoluta	%	0,343	0,151 ns	0,499	0,030*
MIG relativa		0,066	0,790 ns	0,014	0,955

* $\rho < 0,05$; ns- não significativo

MIG- massa isenta de gordura; D= membro dominante; ND= membro não dominante

Quando analisada a influência dos anos de prática e do nível atingido na modalidade, constatou-se que os anos de prática não têm influência sobre as CC e a MIG, que neste estudo foram escolhidos como indicadores da massa muscular. O nível de prática atingido, apresenta uma correlação significativa e positiva com a CC absoluta e a MIG absoluta e relativa e uma relação significativa negativa com os valores relativos da CC (Tabela 12).

Tabela 13. Resultados do teste de correlação de *Spearman* entre o MFM absoluto e relativo na velocidades angulares de 60°.s⁻¹ (extensores e flexores do joelho em modo concêntrico) do membro dominante e não dominante, e os fatores ligados ao crescimento em atletas de Judo (n=19).

Variável	Unidades de medida	Velocidade de 60°.s ⁻¹									
		IC (anos)		Estatura (cm)		Maturidade (#)		MC (kg)		IMC (kg/m ²)	
		r _s	ρ	r _s	ρ	r _s	ρ	r _s	ρ	r _s	ρ
Valor absoluto:											
MFM extensores do joelho -D		0,505	0,027*	0,695	0,001**	0,645	0,003**	0,695	0,001**	0,568	0,011*
MFM extensores do joelho -ND	N.m	0,235	0,161 ns	0,754	0,000**	0,515	0,024*	0,747	0,000**	0,579	0,009**
MFM flexores do joelho -D		0,409	0,082 ns	0,773	0,000**	0,517	0,023*	0,659	0,002**	0,450	0,053 ns
MFM flexores do joelho- ND		0,426	0,069 ns	0,849	0,000**	0,451	0,053 ns	0,849	0,000**	0,516	0,024*
Valor relativo:											
MFM extensores do joelho - D		0,210	0,389 ns	0,221	0,363 ns	0,193	0,429 ns	-0,030	0,903 ns	-0,64	0,794 ns
MFM extensores do joelho - ND	N.m.kg ⁻¹	0,022	0,929 ns	0,316	0,188 ns	0,155	0,526 ns	0,129	0,599 ns	0,115	0,639 ns
MFM flexores do joelho -D		0,119	0,626 ns	0,270	0,264 ns	0,042	0,865 ns	-0,003	0,991 ns	-0,157	0,521 ns
MFM flexores do joelho - ND		0,062	0,800 ns	0,369	0,120 ns	-0,012	0,963 ns	0,138	0,574 ns	0,003	0,991 ns

* ρ <0,05; ns- não significativo

IC= idade cronológica; MC= massa corporal; IMC= índice de massa corporal; D= membro dominante; ND= membro não dominante; MFM= momento de força máximo

Referido na Tabela 13, ao associar fatores ligados ao crescimento dos sujeitos com os seus níveis de MFM, houve uma ausência de relação com os valores relativos do MFM. A estatura e a MC têm sido significativamente e positivamente associados a todos os níveis de MFM absolutos. Dependendo da estatura e da MC, o IMC segue a mesma tendência. A maturidade exerce uma influência maioritariamente significativa sobre os MFM absolutos, o que não acontece com a IC dos sujeitos.

Tabela 14. Resultados do teste de correlação de *Spearman* dos ângulos, os RC e as DB nas velocidades angulares de 60°.s⁻¹, do membro dominante e não dominante, entre os fatores ligados ao crescimento em atletas de Judo (n=19).

Variável	Unidades de medida	Velocidade de 60°.s ⁻¹									
		IC (anos)		Estatura (cm)		Maturidade (#)		MC (kg)		IMC (kg/m ²)	
		r _s	ρ	r _s	ρ	r _s	ρ	r _s	ρ	r _s	ρ
Ângulo extensores do joelho D		0,152	0,534 ns	-0,155	0,527 ns	0,073	0,766 ns	-0,041	0,869 ns	0,044	0,857 ns
Ângulo extensores do joelho ND	o	0,196	0,422 ns	0,000	1,000 ns	0,072	0,769 ns	-0,027	0,912 ns	0,035	0,866 ns
Ângulo flexores do joelho D		-0,177	0,470 ns	0,297	0,217 ns	-0,240	0,323 ns	0,004	0,989 ns	-0,210	0,388 ns
Ângulo flexores do joelho ND		-0,066	0,788 ns	0,148	0,545 ns	0,051	0,836 ns	0,068	0,782 ns	-0,101	0,682 ns
RC D	%	-0,694	0,694 ns	0,311	0,196 ns	-0,115	0,640 ns	0,196	0,420 ns	-0,077	0,753 ns
RC ND		0,081	0,742 ns	0,285	0,236 ns	-0,133	0,586 ns	0,147	0,549 ns	-0,089	0,718 ns
DB extensores do joelho	%	0,152	0,536 ns	0,209	0,391 ns	0,081	0,742 ns	0,258	0,286 ns	0,080	0,717 ns
DB flexores do joelho		0,115	0,638 ns	-0,148	0,546 ns	-0,090	0,714 ns	-0,044	0,858 ns	-0,218	0,371 ns

* ρ <0,05; ns- não significativo

IC= idade cronológica; MC=massa corporal; IMC= índice de massa corporal; D= membro dominante; ND= membro não dominante; RC= rácio convencional; DB= diferenças bilaterais

Verificou-se que na velocidade mais baixa as variáveis associadas ao crescimento (idade, maturidade, altura, IMC, MC) estão relacionadas com o aumento do MFM absoluto.

Os ângulos de produção do MFM dos extensores não parecem ser influenciados pelas variáveis ligadas ao crescimento (idade, maturidade, altura, IMC, MC). Existe uma relação significativa e positiva entre a MC, a estatura e os ângulos do MFM nos flexores do membro ND. Na velocidade mais elevada, quanto mais MC e altura têm os sujeitos, mais eles produzem o MFM dos isquiotibiais do membro ND em ângulos fechados.

As variáveis de associadas ao crescimento não apresentaram influência sobre as variáveis de desequilíbrio muscular (RC e DB).

Resumindo, não se encontrou explicação para os ângulos de produção do MFM, nem do RC e DB através da correlação com os fatores ligados ao crescimento dos sujeitos deste estudo (IC, estatura, maturidade, MC e IMC).

CAPÍTULO V: DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O objetivo do presente estudo foi o de verificar se existem desequilíbrios musculares nos membros inferiores em judocas jovens, e se à medida que estes vão transitando de escalão de idade e de nível competitivo, ocorrem modificações dos parâmetros isocinéticos. Para tal, avaliou-se em ambos os membros (D e ND), o MFM, o ângulo de produção do MFM, o RC e as DB da musculatura extensora e flexora do joelho em atletas dos escalões juvenil, cadete e júnior, nas velocidades angulares de $60^{\circ}.s^{-1}$ e de $180^{\circ}.s^{-1}$, correlacionando-os com os anos e os níveis de prática atingidos pelos atletas. Para além disso, também foram correlacionados a fatores ligados à massa muscular e ao crescimento.

Relativamente aos valores absolutos do MFM dos Q dos judocas masculinos deste estudo, estes encontram-se abaixo da média. O valor do MFM relativo dos Q encontra-se acima da média, em ambos os géneros. Comparados aos resultados de judocas séniores experientes (Drid et al., 2010; Andrade et al., 2012; Ghrairi et al., 2014), os resultados de MFM absoluto e relativo dos Q dos sujeitos estudados são bastante inferiores, provavelmente devido ao fato da diferença de idades de ambos. Os I da amostra apresentam valores absolutos e relativos do MFM abaixo da média. Comparados aos resultados dos judocas séniores do estudo referido anteriormente, os valores do MFM absoluto da amostra são inferiores. Os dados do MFM relativo são inferiores nos sujeitos femininos e equivalentes nos masculinos.

Pode-se então concluir que os Q dos sujeitos do presente estudo apresentam valores normais, porém, parecem ter os I enfraquecidos. O facto de esta amostra apresentar níveis de MFM inferiores aos dos sujeitos de outros estudos em judocas, é provavelmente devido às diferenças de idade e de nível que existem entre ambos os estudos. O MFM dos extensores e flexores do joelho aumenta no decorrer da adolescência e atinge o seu máximo na idade adulta (Neder et al., 1999). Como é referido na literatura (Beam & Adams, 2014), os valores do MFM absoluto e relativo dos sujeitos masculinos do presente estudo, são superiores aos dos femininos.

Ao comparar o membro D com o ND desta amostra, apenas existe uma diferença significativa nos isquiotibiais a $180^{\circ}.\text{seg}^{-1}$, em grande parte talvez influenciados pelos dados dos sujeitos femininos. É de notar que este fenómeno se produz na velocidade mais elevada. O que parece ter lógica no judo, uma vez que a perna ND corresponde à perna de enganche, que necessita frequentemente de um potente movimento de ceifa seguido de um movimento de insistência até obter a projeção, solicitando fortemente os isquiotibiais (Franchini e Del Vecchio, 2008; Drid et al., 2010). Isto acontece em técnicas unipodais como *o uchi gari, o soto gari, ko uchi gari, uchi mata ...*, onde existe uma maior utilização dos isquiotibiais no membro ND do que no D. Em jovens jogadores de futebol de idade comparável aos sujeitos deste estudo, em todas as velocidades angulares ($60, 180$ e $300^{\circ}.\text{seg}^{-1}$), o MFM dos I e Q foi superior no membro ND, que corresponde à perna de apoio destes sujeitos. A perna D nos jogadores de futebol é considerada a perna de remate (Daneshjoo et al., 2013). É de notar que no judoca o ponto de vista é diferente, uma vez que a perna de suporte é considerada a perna D. Este facto pode gerar alguma confusão quando se trata de comparar dados entre as diferentes populações, podendo assim justificar-se uma parte das diferenças encontradas entre os judocas deste estudo e os jogadores de futebol.

Verificou-se que em ambos os grupos musculares houve uma diminuição significativa do MFM à medida que a velocidade aumenta. Esta tendência corresponde aos resultados da literatura (Alangari et al., 2004; Daneshjoo et al., 2013; Keating et al., 2015), e pode ser explicado por um aumento da co-ativação dos I para prevenir a translação anterior da tibia e a hiperextensão do joelho (Daneshjoo et al., 2013, Keating et al., 2015). A influência da velocidade angular sobre a produção de força pode também ser explicada através da curva de força-velocidade de Hill que mostrou uma diminuição da ativação das fibras musculares à medida que a velocidade de contração aumenta (Daneshjoo et al., 2013).

Como se pode constatar na literatura (Daneshjoo et al., 2013), o MFM da amostra do presente estudo, é significativamente maior nos quadríceps do que nos isquiotibiais, independentemente da velocidade.

Na velocidade de $60^{\circ}.\text{s}^{-1}$, obteve-se um RC dentro ou muito perto da normalidade. No entanto, é de notar que no membro ND dos sujeitos femininos da

amostra deste estudo, a frequência de RC considerada como desequilibrado é elevada (75%). A estatística inferencial revela uma diferença significativa de RC em favor do membro ND na velocidade mais elevada ($p= 0,033^*$). Este resultado pode ser o reflexo do uso mais pronunciado dos isquiotibiais neste membro por parte dos judocas nas ações de ceifa, varrimento, enganchamento e bloqueio das técnicas unipodais. Este RC é significativamente mais elevado no membro ND, o que pode vir a contribuir para uma maior estabilidade do joelho na perna de ataque dos judocas. Analisando e retrabalhando os resultados de Drid et al. (2010), constatou-se uma superioridade do MFM nos isquiotibiais dos sujeitos femininos no membro ND em relação ao membro D, o que à semelhança do presente estudo, poderá ter contribuído para um RC superior no membro ND. Estes dados confirmam a teoria relativa ao maior uso dos I no membro ND dos judocas.

Existe uma tendência do RC de judocas adultos masculinos ser inferior ao dos jogadores de futebol (Andrade et al., 2012). Este trabalho apresenta valores de RC superiores aos do presente estudo, tanto nos sujeitos masculinos como nos femininos. Ghrairi et al. (2014), apresentam em judocas adultos masculinos valores acima dos 60%. Em oposição, em judocas adultos masculinos e femininos, Drid et al. (2010), apresentam respetivamente valores de 39,2% no membro D e 45% no membro ND nos seus sujeitos femininos e 40,8% no membro D e 40,5% no membro ND dos seus sujeitos masculinos. É de notar que ao contrário do deste estudo, estes artigos foram feitos em judocas adultos de elevado nível competitivo. Os resultados de RC deste trabalho são mais parecidos com os de Drid et al. (2010) que apresentam valores de I muito inferiores aos outros estudos com judocas (Andrade et al., 2012; Ghrairi et al., 2014), com repercussões sobre os valores de RC que são inferiores e abaixo da normalidade. No presente estudo, encontraram-se também valores deficitários nos I. Para Drid et al. (2010), os desequilíbrios constatados entre grupos musculares antagonistas do joelho, podem dever-se à especificidade das técnicas de judo, onde num largo número de técnicas, os judocas suportam o peso dos seus oponentes com uma perna de apoio, enquanto a outra perna conduz o oponente no chão. Quando estas técnicas são as favoritas dos judocas, implicam a sua numerosa repetição, com possíveis instalações de desequilíbrios. Analisando os resultados obtidos do MFM relativo dos I e os resultados de outros estudos encontrados em judocas, estes atletas podiam ser uma população desportista com uma menor força nos isquiotibiais. As diferenças encontradas nos estudos em judocas, podem dever-se a

diferentes tipos de treino. Por exemplo, uma equipa nacional pode ter recorrido a mais exercícios de *sprints* ou de musculação específica, justificando diferenças de níveis de força nos I. No caso deste, para além dos sujeitos serem mais novos, a base de treino deles é essencialmente baseada na prática do judo, exceto a existência de um volume médio de exercícios de baixa pliometria (CAE). Nada na sua preparação aponta que tivessem sido submetidos a exercícios suscetíveis de desenvolver os I. Com base nos resultados obtidos e nos resultados de Drid et al. (2010), parece que os judocas femininos apresentam mais valores de desequilíbrio quanto aos RC que os sujeitos masculinos.

Como referido na literatura (Beam & Adams, 2014), no presente estudo o RC aumenta com a velocidade (D, $\rho = 0,001$; ND, $\rho = 0,006$). Este fenómeno pode ser explicado, tal como no MFM, por um possível aumento da co-activação dos I para prevenir a translação anterior da tibia e a hiperextensão do joelho (Daneshjoo et al., 2013, Keating et al., 2015). Todavia, não foram avaliados os isquiotibiais no modo excêntrico, o que teria sido mais específico para enriquecer a presente discussão.

No presente estudo, 25% das raparigas e 45% dos rapazes apresentam maiores diferenças de DB. Os isquiotibiais apresentam valores mais elevados de DB que os quadríceps. Os valores dos DB que podem predispor a lesões não são raros nos jovens jogadores de futebol, onde 97% dos jogadores apresentaram pelo menos uma anormalidade bilateral, com tendência significativa para os isquiotibiais (Daneshjoo et al., 2013). Em judocas, os Q são solicitados no membro D para dar o impulso da projeção e no membro ND para obrigar o oponente a deslocar-se. Assim sendo, pode não ser surpreendente o facto de não terem sido encontradas diferenças significativas do MFM nos Q nesta amostra.

Apesar de apresentarem valores considerados normais, em judocas de nível internacional foi encontrada pelo menos uma diferença bilateral fora da norma em 53,8% das raparigas e em 86,6% dos rapazes da amostra (Drid et al., 2010). Parece existir uma preponderância de desequilíbrios de DB nos rapazes desportistas em relação às raparigas, facto que o presente trabalho confirma em sujeitos mais novos. Visto a proporção de DB ser superior no estudo de Drid et al. (2010), pode supor-se haver uma evolução dos DB à medida que os judocas vão evoluindo em idade e em experiência.

De uma forma geral, sobre os desequilíbrios musculares, o presente estudo confirma a tendência preponderante do uso unipodal nos desportistas. Os desequilíbrios de DB poderiam ser mais uma característica dos rapazes enquanto os desequilíbrios dos RC poderiam ser mais característica das raparigas.

Ao utilizar as correlações, constatou-se que o tempo e o nível de prática não parecem influenciar os MFM. Este estudo não confirma os resultados de Fousekis et al. (2010), onde os MFM dos extensores dos MI dos jogadores de futebol aumentam com a idade e o tempo de prática profissional, à medida que os jogadores são mais experientes e mais fortes.

Os anos e o nível de prática também têm pouca influência sobre os ângulos de produção do MFM. Apenas se encontrou uma relação positiva significativa do tempo de prática com os ângulos de produção do MFM dos Q a $180^\circ.s^{-1}$. Isto pode significar que à medida que estes jovens judocas evoluem nos seus anos de prática, têm tendência a produzir o seu MFM nos Q mais cedo. Este facto pode também dever-se à utilização mais pronunciada de movimentos bipodais com grandes flexões de pernas (como no caso dos *Drop Seoi Nage*) ou a um uso de maiores amplitudes dos membros inferiores nos movimentos unipodais e bipodais.

Perante a ausência de correlações significativas, os desequilíbrios do RC e das DB não parecem ser influenciados pelos anos de prática e nível atingido pelos judocas. Resumindo, nesta amostra houve pouca influência dos anos e níveis de prática sobre os MFM, os seus ângulos de produção e os desequilíbrios (RC e DB).

Todavia, neste estudo, os níveis atingidos pelos judocas influenciam positivamente os parâmetros ligados à massa muscular global. O indicador relativo da massa muscular da coxa (CC relativo), apresenta uma relação negativa com os níveis atingidos. Uma interpretação para este fenómeno, é que à medida que os judocas vão apresentando mais idade e nível, o peso do seu tronco e membro superior tem tendência a aumentar mais que o peso dos seus membros inferiores, com possíveis repercussões sobre os valores relativos. Estudos antropométricos sobre os judocas mostram uma tendência em desenvolver um corpo mais entroncado (Franchini, 2001). Os resultados do

presente trabalho confirmam outros estudos (Neder et al., 1999; Beam & Adams, 2014), que demonstram uma forte relação entre o MFM e a MIG.

Com era de esperar, a estatura, a MC e os níveis de maturidade dos judocas do presente estudo, influenciam sem dúvida os níveis de MFM. Estes resultados confirmam os resultados de outros estudos (Sunnergardh et al., 1988; Neder et al., 1999). Pela influência da estatura, De Ste Croix et al. (2003), aponta o efeito das dimensões corporais como um dos fatores que mais influenciam a avaliação isocinética, na medida em que quanto maior é o indivíduo maiores são os seus segmentos corporais e, como consequência, maior será a sua capacidade de produzir força em comparação com os seus pares com dimensões corporais mais reduzidas.

Os MFM relativos não se relacionam com os fatores ligados ao crescimento (MC; IC; estatura; IMC e maturidade), confirmando o efeito normalizador dos valores relativos.

Não se verificou relação entre os ângulos de produção do MFM e os parâmetros ligados à massa muscular (CC e MIG). O mesmo se sucede com os valores do RC e das DB.

Apenas na flexão do membro ND a $180^{\circ}.\text{seg}^{-1}$, as CC e as MIG foram significativamente associadas ao ângulo de produção do MFM ($\rho=0,016$; $\rho=0,047$, respetivamente), realçando a possível solicitação acrescida dos I do membro ND nos judocas com possíveis efeitos sobre a massa muscular.

Analisando por género, nas mulheres poderia existir uma influência da MC ($\rho=0,028$), IMC ($\rho=0,028$; $\rho=0,037$) e da MIG ($\rho=0,047$) sobre a MFM. Nas mulheres que apresentam mais músculo e maior RC, há uma maior tendência à superioridade nos isquiotibiais em relação aos quadríceps a $180^{\circ}.\text{s}^{-1}$ no membro ND. A utilização mais rápida dos I do membro ND parece ter um impacto mais pronunciado nas mulheres que nos homens. Estes últimos dados parecem corroborar a ideia de uma maior utilização dos I no membro ND dos judocas femininos.

Constatou-se que ambos os músculos produzem a sua força máxima concêntrica em ângulos de flexão fechados para os Q (pouco depois dos 45°) e em ângulo de flexão

abertos (pouco antes dos 45°) para os I, implicando que para atingir o seu MFM, os Q e I tem que percorrer um pouco menos de metade do seu trajeto. À medida que a velocidade aumenta, os Q têm tendência a produzir a sua força máxima mais tarde enquanto os I têm tendência a produzir a sua força máxima mais cedo. A MC e a estatura dos sujeitos poderiam influenciar os ângulos de produção de MFM da amostra. Os ângulos obtidos no estudo de Alangari et al. (2004) com sedentários, são parecidos aos deste estudo, iguais nos I (~35°) e mais fechado pelos Q (~70°). Porém, à medida que aumenta a velocidade, a produção do MFM faz-se mais tarde em ambos os músculos no estudo de Alangari et al. (2004), enquanto no presente estudo esta produção de força acontece mais cedo nos I e mais tarde nos Q. Uma explicação para esta diferença de comportamento, pode residir na diferença da amostra entre os estudos. Em judocas que utilizam movimentos unipodais, os estudos apontam para uma produção de força na extensão da perna de apoio entre os 61 e os 17° (maioritariamente em ângulos abertos) e na perna de ataque, na flexão, entre 10 e 33° (ângulo totalmente aberto) (Suarez 2004; Melo et al., 2012). Uma outra explicação, é que pode ser devido aos ângulos de produção de força específica dos Q nos judocas no decorrer de movimentos unipodais. Estes não correspondem aos ângulos de produção do MFM no equipamento isocinético. Sendo assim, não parece surpreendente que à medida que a velocidade aumenta, o comportamento dos Q destes atletas sejam comparáveis aos de sujeitos sedentários de Alangari et al. (2004). O oposto acontece com os ângulos específicos de produção de força dos I dos judocas, uma vez que estes se encontram dentro dos ângulos do MFM obtidos nos testes isocinéticos. Este facto poderia explicar a diferença de comportamento dos I dos judocas em relação aos sedentários à medida que a velocidade aumenta.

CAPÍTULO VI: CONCLUSÕES

Pode-se concluir que relativamente aos valores de MFM dos Q desta amostra são considerados normais, no entanto, estes parecem ter os I enfraquecidos. Os judocas podiam ser uma população desportista com uma menor força nos isquiotibiais, sendo estes os principais responsáveis dos desequilíbrios muscular encontrados neste estudo.

Os valores do RC encontram-se no limite inferior da normalidade. Estes resultados podem dever-se ao facto de existir um défice de força nos I, uma vez que na amostra 75% de atletas femininas apresentam valores de RC associados a um risco de lesão. Para além disso, 25% das raparigas e 45% dos rapazes apresentam valores que podem ser considerados como desequilíbrios de DB. Os isquiotibiais apresentam maiores casos de valores mais elevados DB que os quadríceps.

De uma maneira geral, quanto aos desequilíbrios musculares, o presente estudo confirma a tendência de que nos desportistas de uso unipodal preponderante, os valores mais elevados das DB poderiam ser mais uma característica dos rapazes, enquanto os desequilíbrios entre os diferentes grupos musculares (RC) poderiam ser mais uma característica das raparigas. Pode-se então confirmar que a primeira hipótese deste estudo se verifica.

Perante a ausência de correlações significativas, os valores associados a lesão do RC e das DB, não parecem ser influenciados pelos anos e níveis de prática atingidos pelos judocas deste estudo. Constatou-se que existe pouca influência do tempo e dos níveis de prática sobre os MFM, os seus ângulos de produção e sobre os RC e DB. Como tal, a segunda hipótese deste estudo não se verificou.

Ao comparar o membro D com o ND, apenas existe uma diferença significativa nos isquiotibiais a $180^{\circ}.\text{seg}^{-1}$, em grande parte influenciada pelos dados dos sujeitos femininos. O que acaba por ter lógica no judo, uma vez que a perna ND corresponde à perna de enganche, que solicita fortemente os isquiotibiais. A estatística inferencial revela uma diferença significativa do RC em favor do membro ND na velocidade mais elevada

e poderia ser o reflexo do uso mais pronunciado nos isquiotibiais, contribuindo para uma maior estabilidade do joelho na perna de ataque dos judocas.

Apenas na flexão do membro ND a 180° .seg. $^{-1}$ s, a CC e a MIG foram significativamente associadas ao MFM, realçando a possível solicitação acrescida dos I do membro ND nos judocas com possíveis efeitos sobre a massa muscular.

As raparigas que apresentam mais músculo e maior RC têm uma maior tendência à superioridade nos I em relação aos quadríceps a 180° .s $^{-1}$ no membro ND. A utilização mais rápida dos I do membro ND parece ter um impacto mais pronunciado no género feminino do que no masculino. Estes últimos dados parecem comprovar a ideia de uma maior utilização dos I no membro ND dos judocas particularmente femininos.

Viu-se também que ambos os músculos destes judocas produzem o seu MFM na parte inicial do seu movimento, necessitando quase de metade do seu trajeto para desenvolver esta força e diferenciam-se dos sedentários que produzem esta força mais cedo que os judocas.

À medida que a velocidade aumenta, a produção do MFM faz-se mais tarde em ambos os músculos nos sedentários, enquanto nos judocas jovens esta produção de força acontece mais cedo nos I e mais tarde nos Q, existindo comportamentos diferentes de ângulos de produção de MFM entre judocas e sedentários.

A massa muscular e os parâmetros isocinéticos do desequilíbrio muscular não parecem influenciar os ângulos de produção do MFM. Os níveis atingidos pelos judocas influenciam positivamente a MIG e a CC.

A estatura, a MC e os níveis de maturidade dos sujeitos influenciam sem dúvida os seus níveis de MFM.

Constatou-se que em ambos os grupos musculares, existe uma diminuição significativa do MFM à medida que a velocidade aumenta. Esta tendência corresponde aos resultados da literatura.

Todos estes resultados poderão ser uma importante fonte de informação tanto para treinadores, atletas e mesmo para fisioterapeutas, uma vez que evidencia alguns efeitos do treino de Judo, que são suscetíveis de ser corrigidos para evitar o aparecimento de lesões.

6.1 Limitações do estudo

Após a realização deste estudo, e mesmo durante a sua realização, existiram algumas limitações a nível da parte metodológica apresentada.

O ciclo menstrual não foi controlado e a sua eventual influência sobre os resultados dos sujeitos femininos. Este pode influenciar a fraqueza dos ligamentos e a força dos músculos do joelho. O perfil hormonal da mulher favorece o enfraquecimento dos ligamentos do joelho (Daneshjoo et al. 2013).

Não foi medida a flexibilidade dos sujeitos, o que pode ter influenciado os resultados alcançados, uma vez que a falta de flexibilidade dos músculos pode afetar a sua produção de força (Hui Liu et al. 2012, Daneshjoo et al., 2013),

O efeito das dimensões corporais é um fator que influencia a avaliação isocinética, pois quanto maiores são os seus segmentos corporais, maior será a sua capacidade de produzir força em comparação com dimensões corporais mais reduzidas (De Ste Croix, et al., 2003). Desta forma era conveniente se ter medido o comprimento dos segmentos dos sujeitos. Se se tivesse obtido a altura sentada, poder-se-ia ter subtraído a esta variável a altura em pé. No entanto, a importância de ter realizado estas medidas não foi tido em conta.

Poder-se-ia também ter medido o volume apendicular com o modelo geométrico de estruturas cónicas.

Para estudos futuros, recomenda-se o controlo do ciclo menstrual, da flexibilidade e das dimensões corporais. O uso do rácio funcional poderia completar os dados, uma vez que desta forma seria possível prever através dos mesmos, o seguimento

de um grupo mais alargado de judocas, incluindo atletas séniores, no decorrer de uma época, para poder avaliar o efeito do treino sobre o estado de equilíbrio muscular ao nível da articulação dos joelhos. Um programa de reequilíbrio muscular poderia ser proposto e avaliado nos sujeitos que apresentaram desequilíbrios. Também seria interessante comparar um grupo de judocas com um grupo de controlo e um grupo de saltadores cuja perna D também é a de apoio, com o intuito de avaliar se os padrões são similares. O uso em paralelo do isocinético e de equipamentos com gestos mais específicos das modalidades desportivas (como o *ergojump*) poderia ser também interessante. Para além disso, relacionar os ângulos dos judocas a partir de um estudo cinemático, seria útil para verificar se nas técnicas mais utilizadas por cada judoca, realmente o ângulo de flexão ou extensão era idêntico ao ângulo de produção do MFM que o dinamómetro isocinético identificou.

Seria interessante dar continuidade à linha de pesquisa apresentada com uma amostra maior e avaliando os membros superiores, visto que em qualquer desporto de combate os membros superiores têm um papel bastante importante.

CAPÍTULO VII: REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aagaard, P., Simonsen, E.B., Trolle, M., Bangsboo, J. and Klausen, K. (1995) Isokinetic hamstring/quadriceps ratio: influence from joint angular velocity, gravity correction and mode of contraction. *Acta Physiologica Scandinavica* 154, 421-427.
- ACSM. American College of Sports Medicine position stand (2009). Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 41(3):687-708.
- Alangari A., Al-Hazzaa, H. (2004). Normal isometric and isokinetic peak torques of hamstring and quadriceps muscles in young adult Saudi males. *Neurosciences* 9 (3): 165-170
- Andrade, M., De Lira, C., Koffes, F., Mascarin, N., Benedito-Silva, A., Da Silva, A. (2012). Isokinetic hamstrings-to-quadriceps peaktorque ratio: the influence of sport modality, gender, and angular velocity. *J Sports Sci.*;30:547-553.
- Baltzopoulos, V., Brodie, D. (1989). Isokinetic dynamometry: applications and limitations. *Sports Medicine* (Auckland, N.Z.) 8(2): 101–116. PMID: 2675256.
- Baratta, R., Solomonow, M., Zhou, B., Letson, D., Chuinard, R., D’Ambrosia, R. (1988). Muscular coactivation: the role of the antagonist musculature in maintaining knee stability. *Am J Sports Med.* 16:113–122.
- Beam, W., Adam, G. (2014). *Exercise physiology: laboratory manual*. McGraw-Hill: New York.
- Bosco, C. (2000). *La Fuerza Muscular. Apectos Metodológicos*. INDE: Barcelona.
- Busquet, L. (1999). *Las cadenas musculares*. Tomo IV. Paidotribo: Barcelona
- Callister, R., Callister, R., Fleck, S., Dudley, G. (1990). Physiological and performance responses to overtraining in elite judo athletes. *Med. Sci. Sp. Exerc*; 22 (6): 816-824.
- Canavan, P. (2001). *Reabilitação em medicina esportiva: um guia abrangente*. São Paulo: Manole.
- Carazzato, J., Cabrita, H., Castropil, W. (1996). Repercussão no aparelho locomotor da prática do judô de alto nível. Estudo epidemiológico. *Rev Bras Ortop.*;31(12):957-68.

- Carazzato, J., Campos, L., Carazzato, S. (1992). Incidência de lesões traumáticas em atletas de dez tipos de modalidades esportivas: trabalho individual de duas décadas de especialista em Medicina Esportiva. *Rev Bras Ortop* 27:745-58.
- Castropil, W. (2006). Entorse de joelho em esportes de contato; Disponível em: URL:<http://www.vivaesporte.com.br/artigos/orto1.cfm>.
- Cheung, R., Smith, A., Wong, P. (2012). H:Q ratios and bilateral leg strength in college field and court sports players. *J Hum Kinet.* 33: 63–71.
- Daneshjoo, A., Rahnama, N., Mokhtar, A., Yusof, A. (2013) Bilateral and Unilateral Asymmetries of Isokinetic Strength and Flexibility in Male Young Professional Soccer Players. *Journal of Human Kinetics* 36: 45-53.
- Dângelo, J., Fattini, C. (1995). *Anatomia humana sistêmica e segmentar*. São Paulo, Atheneu,
- De Ste Croix, M., Deighan, M., Armstrong, N. (2003). Assessment and interpretation of isokinetic muscle strength during growth and maturation. *Sports Med*, 33(10), 727-743
- Degoutte, F., Jouanel, P., Filaire, E. (2003), Energy demands during a judo match and recovery. *Br J Sports Med*; 37 (3): 245-9
- Drid, P., Drapsin, M., Trivic, T., Bratic, M., Obadov, S. (2010). Thigh muscles flexion/extension ratio in elite judo players. *Journal of Combat Sports and Martial Arts*. 1; Vol.1;21-25.
- Drouin, J., Valovich-mcLeod, T., Shultz, S., Gansneder, B., Perrin, D. (2004). Reliability and validity of the biodex system 3 pro isokinetic dynamometer velocity, torque and position measurements, *European Journal of Applied Physiology* 91(1): 22–29.
- Dvir Z. (2004). Physiological and biomechanical aspects of isokinetics. In: Dvir Z, eds. *Isokinetics: muscle testing, interpretation and clinical applications*. New York: Churchill Livingstone, 1-24;
- Ellenbecker, T., Pluim, B., Vivier, S. (2009). Common injuries in tennis players: exercises to address muscular imbalances and reduce injury risk. *Strength Condit J*, 31: 50–58.
- Evangelidis, P., Pain, M. Folland, J. (2015). Angle-specific hamstring-to-quadriceps ratio: a comparison of football players and recreationally active males. *J Sports Sci*, 33: 309–319.

- Fagerlund, R., Hakkinen, H. (1991). Strength profile of Finnish judoists: measurement and evaluation. *Biol Sport*; 8 (3): 143-9.
- Fagher, K., Fritzon, A., Drake A. (2016). Test-Retest Reliability of Isokinetic Knee Strength Measurements in Children Aged 8 to 10 Years. *Sports Health*, 20 (10).
- Fleck, S., Kraemer, W. (1999). *Fundamentos do treinamento de força muscular*. 2ª Edição, Porto Alegre, Ed. Artmed.
- Foss, M., Keteyian, S. (2000) *Bases fisiológicas do exercício e do esporte*. 6ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan,
- Fousekis, K., Tsepis, K., Vagenas, G. (2010). Lower limb strength in professional soccer players: profile, asymmetry, and training age. *Journal of Sports Science and Medicine* 9, 364-373.
- Franchini, E., Del Vecchio, F. (2008). *Preparação física para atletas de judô*. São Paulo: Phorte Editora.
- Franchini, E., Matsushigue, K., Kiss, M., Sterkowicz, S. (2001). Estudo de caso das mudanças fisiológicas e de desempenho de judocas do sexo feminino em preparação para os Jogos Pan-Americanos. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, São Caetano do Sul, v.9, n.2, p.21-7.
- Ghraiiri, M., Hammouda, O., Malliaropoulos, N. (2014). Muscular strength profile in Tunisian male national judo team. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*. 4 (2): 149-153.
- Gonzalez, B., Ayestaran, E. (1995). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo*. INDE: Barcelona.
- Grace, T., Sweetser, E., Nelson, M., Ydens, L., Skipper, B. (1984). Isokinetic muscle imbalance and knee-joint injuries: a prospective blind study. *J Bone Joint Surg Am*. 66:734-740.
- Greco, C., Da Silva, W., Camarda, S., Denadai, B. (2012). Rapid hamstrings/quadriceps strength capacity in professional soccer players with different conventional isokinetic muscle strength ratios. *Journal of Sports Science and Medicine*. 11, 418-422.
- Hall, S. (2012). *Basic Biomechanics*, Sixth edition. Mc Graw-Hill Companies, Inc. New York.

- Harter, R., Osternig, L., Standifer, L. (1990). Isokinetic evaluation of quadriceps and hamstrings symmetry following anterior cruciate ligament reconstruction. *Arch Phys Med Rehabil.* 71:465–468.
- Henderson, R., Howes, C., Erickson, K., Heere, L., DeMasi, R. (1993). Knee Flexor-Extensor Strength in Children. *JOSPT* 18 (4).
- Herzog, W., Longino, D., Clark, A. (2003). The role of muscles in joint adaptation and degeneration. *Langenbecks Archives of Surgery.* Canadá, v.288, p.305-15, set.
- Hislop, H., Perrine, J. (1967). The isokinetic concept of exercise. *Phys Ther*, 47(2), 114-117.
- Hui Liu , H., Garrett, W., Moorman, C., Yu, B. (2012). Injury rate, mechanism, and risk factors of hamstring strain injuries in sports: A review of the literature. *Journal of Sport and Health Science* 1: 92-101.
- Iossifidou, A., Baltzopoulos, V., Giakas, G. (2010). Isokinetic knee extension and vertical jumping: are they related? *Journal of Sports Science*, v.23, n.10, p.1121-1127,.
- Jones, P., Bampouras, T. (2005). A comparison of isokinetic and functional methods of assessing bilateral strength imbalance. *J Strength Cond Res*, 24: 1553–1558.
- Jurist, K., Otis, J., Fitzgerald, G. (1997). Anteroposterior tibiofemoral displacements during Open versus closed kinetic chain exercises: issues in rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstructive surgery. *Phys Ther*; 77:1747-54.
- Keading, C., Borchers, J. (2015). *Hamstring and Quadriceps injuries in Athletes. A Clinical Guide.* Springer: New York.
- Kim, D., Hong, J. (2011). Hamstring to quadriceps strength ratio and noncontact leg injuries: A prospective study during one season. *Isokinet Exerc Sci*; 19(1): 1-6.
- Knapik, J., Bauman, C., Jones, B., Harris, J., Vaugh, L (1990). Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. *Am Sports Med* 19: 76-81.
- Koshida, S., Deguchi, T., Miyashita, K. (2010). The common mechanisms of anterior cruciate ligament injuries in judo: a retrospective analysis. *Br J Sports Med* :44:856–61.
- Lund, H., Søndergaard, K., Zachariassen, T., Christensen, R., Bülow, P., Henriksen, M., Bartels, E. M., Danneskiold-Samsøe, B. & Bliddal, H. (2005). Learning effect of isokinetic measurements in healthy subjects, and reliability and comparability of

biodes and lido dynamometers. *Clinical Physiology and Functional Imaging* 25(2): 75–82.

- Magalhães, J., Oliveira, J., Ascensão, A., Soares, J. (2001). Avaliação isocinética da força muscular de atletas em função do desporto praticado, idade, sexo e posições específicas. *Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física Universidade do Porto*, 1 (2), 13-21.
- Majewski, M., Habelt, S., Steinbruck, K. (2006). Epidemiology of athletic knee injuries: a 10-year study. *Knee* ;13:184–8
- Melo, S., Santos, S., Teixeira, J., Piucco, T. (2012). The mechanical efficiency of the o soto gari technique when applied to judokas of different heights. *Archives of Budo. Science of martial arts*. 8(1): 19
- Moss, C., Wright, P. (1993). Comparison of three methods of assessing muscle strength and imbalance ratios of the knee. *Journal of Athletic Training* , 280 (1), pp. 55-58.
- Neder, A., Luiz, E., Nery, L., Shinzato, G., Andrade, M., Peres, C., Silva, A. (1999) Reference Values for Concentric Knee Isokinetic Strength and Power in Nonathletic Men and Women from 20 to 80 Years Old. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*: 29 (2) :116-126
- Sanderson, D., Musgrove, T., Ward, D.(1984). Muscle Balance between Hamstrings and Quadriceps during Isokinetic Exercise. *The Australian Journal of Physiotherapy*. 30 (4).
- Santos, A., Pavão, S., Avila, M., Salvini, T., Rocha, N. (2013) Reliability of isokinetic evaluation in passive mode for knee flexors and extensors in healthy children. *Braz J Phys Ther*. 17(2):112-120.
- Slaughter, M., Lohman, T., Boileau, R. (1988). Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol*; 60:709–23
- Suarez, R. (2004). Analisis de factores biomecanicos y comportamentales relacionado con la efectividad del uchi mata, ejecutado por judokas de alto rendimiento. *These PhD* Universidade de Granada- Granada
- Terreri, A., Greve, J., Amatuzzi, M. (2001). Laboratório de Estudos do Movimento – Grupo de Medicina Esportiva – Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. *Rev Bras Med Esporte*. Vol. 7, Nº 5 – Set/Out
- Tous-Fajardo, J. (1999). *Nuevas Tendencias en Fuerza y Musculación*. Hispano Europea.

Weineck, J. (2002). *Manual do Treino Ótimo* (2ªed., Vol. Coleção Horizontes Pedagógicos). Instituto Piaget.

Zabka, F., Valente, H., Pacheco., A. (2011). Isokinetic Evaluation of Knee Extensor and Flexor Muscles in Professional Soccer Players. *Rev Bras Med Esporte*; 17 (3).

Zakas, A. (2006). Bilateral isokinetic peak torque of quadriceps and hamstring muscles in professional soccer players with dominance on one or both two sides. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, v.46, n.1, p.28-35.

Zvijac, J., Toriscelli, T., Merrick, S., Papp, D. (2014). Isokinetic Concentric Quadriceps and Hamstring Normative Data for Elite Collegiate American Football Players Participating in the NFL Scouting Combine. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28 (4): 875-83.

ANEXOS

Anexo 1. Características individuais dos sujeitos judocas (n=19).

Sujeitos	Variáveis							
	IC (anos)	Estatura (cm)	MC (kg)	MG (kg)	MIG-A (kg)	MIG-R (%)	IMC (kg/m ²)	Anos de prática (anos)
Feminino								
1	17,66	158,3	53,8	19,7	43,2	0,80	21,47	8
2	12,98	149,0	44,9	18,9	36,4	0,81	20,22	4
3	13,24	162,4	55,6	22,6	43,0	0,77	21,08	5
4	19,07	172,1	64,4	15,5	54,4	0,84	21,74	10
5	15,60	156,9	57,2	20,1	45,7	0,80	23,24	2
6	17,72	163,6	60,6	23,3	46,5	0,77	22,64	8
7	19,24	152,5	50,2	13,6	43,4	0,86	21,59	10
8	12,58	158,6	48,1	20,1	38,4	0,80	19,12	2
Masculino								
9	17,17	185,65	88,60	21,00	70,0	0,79	25,71	5
10	17,77	166,80	56,90	11,70	50,3	0,88	20,45	10
11	14,38	165,00	46,70	12,70	40,8	0,87	17,15	3
12	13,00	164,60	50,10	12,70	43,7	0,87	18,49	4
13	13,20	160,20	48,50	10,10	43,6	0,90	18,90	5
14	13,91	165,90	55,30	9,60	50,0	0,90	20,09	3
15	18,92	174,20	69,30	16,10	58,2	0,84	22,84	4
16	14,88	165,10	54,50	17,50	45,0	0,83	19,99	7
17	14,47	171,80	71,60	19,30	57,8	0,81	24,26	7
18	17,64	184,00	68,60	11,20	60,9	0,89	20,26	10
19	14,65	138,50	31,40	11,20	27,9	0,89	16,37	5

IC= idade cronológica; MC= massa corporal; MG= massa gorda; MIG= massa isenta de gordura;

IMC= índice de massa corporal; A= absoluto; R= relativo

Anexo 2. Questionário da prática de judo.

QUESTIONÁRIO

Nome: _____ Data de Nasc: __/__/__

Prática do judo

Anos de prática: _____ Graduação: _____

Quantas vezes treina por semana? _____ Quantas horas? _____

Pratica mais alguma modalidade? _____ Qual? _____

Lesões

Já apresentou alguma lesão no joelho? _____ Qual? _____

Se sim, em que joelho? () D ou () E Há quanto tempo? _____

Toma alguma medicação? _____ Qual? _____

Dieta

Está sobre o efeito de alguma dieta para fins competitivos? _____

Em que momento da dieta se encontra? () Início () Meio () Fim ()

Se não, quando foi a data da última dieta? _____