

BRUNO FOLLMER

**ANÁLISE DE PARÂMETROS DE FORÇA DA ARTICULAÇÃO  
DO COTOVELO E RELAÇÃO COM O DESEMPENHO EM  
TESTES ESPECÍFICOS EM PRATICANTES DE JIU JITSU**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Dr. Fernando Diefenthaler

Florianópolis (SC)

2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Follmer, Bruno

Análise de parâmetros de força da articulação do cotovelo e relação com o desempenho em testes específicos em praticantes de jiu jitsu / Bruno Follmer ; orientador, Fernando Diefenthaler - Florianópolis, SC, 2016.  
103 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Desportos. Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

Inclui referências

1. Educação Física. 2. Dinamômetro isocinético. 3. Parâmetros de força. 4. Jiu jitsu. 5. Cotovelo. I. Diefenthaler, Fernando. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. III. Título.

Bruno Follmer

**ANÁLISE DE PARÂMETROS DE FORÇA DA ARTICULAÇÃO  
DO COTOVELO E RELAÇÃO COM O DESEMPENHO EM  
TESTES ESPECÍFICOS EM PRATICANTES DE JIU JITSU**

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do Título de “Mestre em Educação Física”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

Florianópolis, 02 de fevereiro de 2016

---

Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Educação Física

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Fernando Diefenthaler (orientador)  
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

---

Prof. Dr. Bruno Manfredini Baroni (Membro Externo)  
Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre – UFCSPA  
(videoconferência)

---

Profa. Dr<sup>a</sup>. Cintia De La Rocha Freitas (Membro Interno)  
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

---

Profa. Dr<sup>a</sup>. Daniele Detanico (Membro Interno)  
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC



Esta dissertação é dedicada ao jornalista da família. Saudades, tio.



## AGRADECIMENTOS

Bem como seria utópico contemplar todos autores e estudos que deveria nesta dissertação, não conseguirei agradecer nas próximas linhas a todas as pessoas que merecem. Como consolo, fica a certeza que fiz meu melhor em ambos os casos.

Não posso deixar de começar pelos pilares da minha vida. Minha mãe, Diana, e meu pai, Irgon. Desde o meu primeiro dia neste mundo eu sei que posso contar com vocês. Mais, eu tenho exemplos a seguir. Muito obrigado por todo suporte, por toda vida. Amo vocês.

Minha família é pequena, o que nos faz mais unidos. Obrigado a todos pelo carinho que sei que têm por mim, especialmente à pequena Luara, minha sobrinha, que completa nossas vidas com sua presença.

Ao meu orientador, Dr. Fernando Diefenthaler, por me acolher e confiar no meu trabalho desde o início. Meu agradecimento especial às Doutoradas Cintia de La Rocha Freitas e Daniele Detanico pelo suporte durante o período do mestrado.

Aos amigos que estão espalhados pelo mundo, mas que sempre estarão próximos e torcendo por mim. Obrigado a todos os praticantes de jiu jitsu desta pesquisa, especialmente aos colegas Wilker e Jorge pelo apoio nas coletas e na captação de voluntários.

Agradeço aos colegas de laboratório, tanto do BIOMEC quanto do LAEF, especialmente aos integrantes do GPBIO. Ressalto as contribuições de alguns colegas, como o suporte e acolhimento em meu início no processo pelo Raphael Costa e Anderson Teixeira, ao Lucas Helal pela Fisiologia do Exercício Simplificada e aos que contribuíram diretamente no meu projeto, Rodolfo Dellagrana e Luis Antonio. Ao colega Leonardo Vidal Andreato pela oportunidade de ajudá-lo em seu mestrado em 2012, o que contribuiu significativamente na minha decisão em retomar os estudos.

Não conseguiria desenvolver qualquer projeto sem o apoio de algumas instituições. Neste sentido, agradeço à UFSC e FAPESC pelo suporte durante meu mestrado. Agradeço também aos professores que me inspiram na Educação Física: Dr. Alvaro Reischak de Oliveira, meu primeiro orientador, e Dr. Emerson Franchini, referência maior em meu campo de pesquisa.

Devo fazer um agradecimento especial à minha companheira, Manoela, por todo amor que me dedica. Tu estiveste comigo do início ao fim deste processo, divido contigo esta conquista. Meu futuro é ao seu lado, *je t'aime*. Agradeço também a sua família, que eu amo e valorizo, obrigado por me acolherem tão bem.





*“O que sabemos é uma gota,  
o que ignoramos é um oceano”.*

(Isaac Newton)



## RESUMO

Dentre os diversos componentes físicos envolvidos no combate de jiu-jitsu (JJ), as manifestações de força muscular estão entre as principais determinantes para o sucesso desta modalidade, principalmente em membros superiores. O primeiro estudo deste trabalho objetivou analisar parâmetros de força, tais como o pico de torque (PT) isométrico, concêntrico ( $PT_{CON}$ ), excêntrico ( $PT_{EXC}$ ), a taxa de produção de força (TPF) e a relação Torque-Ângulo (T-A), dos músculos flexores (FLX) e extensores (EXT) do cotovelo de praticantes de JJ. O segundo artigo objetivou verificar a correlação entre os PT obtidos na avaliação isocinética com testes específicos com o *kimono* (*Kimono Grip Strength Tests* – KGST), sendo eles o Máximo Número de Repetições (MNR) e o Máximo Tempo de Sustentação (MTS). No estudo 1 participaram 28 praticantes de JJ, da faixa azul à preta, enquanto que no estudo 2 foram 15 sujeitos que completaram ambas as avaliações. O protocolo em dinamômetro consistiu de contrações voluntárias isométricas máximas em seis ângulos articulares (45, 60, 75, 90, 105, e 120°) para a determinação do PT ( $PT_{45}$ ,  $PT_{60}$ ,  $PT_{75}$ ,  $PT_{90}$ ,  $PT_{105}$  e  $PT_{120}$ ), da TPF e da relação T-A. Já as contrações dinâmicas a  $60^{\circ}\cdot s^{-1}$  foram utilizadas para mensurar os  $PT_{CON}$  e  $PT_{EXC}$  de FLX e EXT do cotovelo. No estudo 2, o PT de apenas três ângulos articulares ( $PT_{45}$ ,  $PT_{90}$  e  $PT_{120}$ ) e os  $PT_{CON}$  e  $PT_{EXC}$  de FLX e EXT foram correlacionados com os testes MNR e MTS. Utilizou-se ANOVA *one way* para identificar as diferenças de PT na relação T-A, teste *t-Student* para as diferenças entre os grupos musculares e tipos de contração e a correlação de Pearson para verificar a relação entre as variáveis. O nível de significância adotado foi de 5%. No estudo 1, os FLX do cotovelo apresentaram maiores valores de PT isométrico que os EXT na maioria dos ângulos avaliados (45, 60, 75, e 90°;  $p < 0,001$ ), justificado pelas ações de controle de pegada no JJ. Entretanto, o  $PT_{CON}$  dos EXT foi maior que dos FLX ( $p < 0,01$ ), devido às frequentes ações isoladas dos EXT, como para empurrar o adversário. As curvas T-A apresentaram o clássico formato de “U” invertido descrito na literatura. Os ângulos articulares de 105° e 75° foram os mais favoráveis, e 45° e 120° os desfavoráveis para a produção de PT em EXT e FLX, respectivamente. No estudo 2, os KGST foram altamente correlacionados com parâmetros isocinéticos, com o MNR apresentando maiores correlações. A partir dos resultados obtidos no estudo 1, é possível concluir que a prática do JJ parece influenciar os valores de PT de EXT e FLX, nos modos concêntrico e isométrico, respectivamente. Com relação ao estudo 2, conclui-se que o teste específico MNR

apresenta grande correlação com valores de PT obtidos em avaliação em dinamometria isocinética, fornecendo informações significativas sobre torque muscular em praticantes de JJ.

**Palavras-chave:** Artes marciais; Dinamômetro isocinético; Esportes de combate; Torque.

## ABSTRACT

Among many physical components required in jiu jitsu (JJ) matches, explosive and endurance strength parameters are considered determinants to success, mainly in upper limbs. The first study aimed to describe and analyze strength parameters of elbow flexors (FLX) and extensors (EXT) from JJ practitioners, as isometric peak torque (PT), concentric (PT<sub>CON</sub>) and eccentric (PT<sub>ECC</sub>), rate of force development (RFD) and Torque-Angle (T-A) relation. The second study aimed to verify correlations between PT obtained from dynamometry with specific tests using the kimono (Kimono Grip Strength Tests – KGST), as the Maximum Number of Repetitions (MNR) and Maximum Static Lift (MSL). Participants were 28 male JJ practitioners in study 1, from blue to black belt, whereas 15 subjects took part in study 2, completing both evaluations. Dinamometer protocol consisted of maximum voluntary isometric contraction at six articular angles (45, 60, 75, 90, 105 and 120°) in order to determine PT (PT<sub>45</sub>, PT<sub>60</sub>, PT<sub>75</sub>, PT<sub>90</sub>, PT<sub>105</sub> and PT<sub>120</sub>), RFD and T-A relation, while dynamic contraction at 60°·s<sup>-1</sup> assessed PT<sub>CON</sub> and PT<sub>ECC</sub> from elbow FLX and EXT. In study 2, the PT from three elbow angles (PT<sub>45</sub>, PT<sub>90</sub>, PT<sub>120</sub>), PT<sub>CON</sub> and PT<sub>ECC</sub> from FLX and EXT were correlated with MNR and MSL. ANOVA one way, Student t-test and Pearson correlation product were utilized for identifying differences in T-A relation, differences of PT among distinct muscle groups and type of contraction, and to assess correlation between evaluations, respectively. Significance level was set at 5%. Results from study 1 shows elbow FLX stronger isometrically (at 45, 60, 75, and 90°; p<0.001) but weaker concentrically (p<0.01) in comparison to EXT. This is probably due to the amount of FLX isometric actions of grip dispute and the concentric component of pushing the opponent required from elbow EXT. The T-A relations demonstrated the classic shape of inverted “U” previously described. Joint positions of 105° and 75° were identified as the most favorable, whereas 45° and 120° as unfavorable in the maximum PT output of elbow EXT and FLX, respectively. In study 2, KGST were highly correlated with isokinetic parameters, considering that MNR presented greater correlations. According to data obtained in study 1, JJ have influence in PT values obtained by EXT and FLX, mainly in concentric and isometric modes, respectively. Finally, regarding study 2, it concludes that MNR test showed large correlation with PT values obtained by isokinetic dynamometry, providing relevant information about muscular strength in JJ practitioners.

**Keywords:** Martial arts; Isokinetic dynamometer; Combat sports;  
Torque

## LISTA DE TABELAS

### Artigo 1

Tabela 1	Composição corporal e valores de FPM dos praticantes de JJ .....	44
Tabela 2	Média e desvio padrão dos valores de pico de torque (PT) absoluto e normalizado das contrações dinâmicas .....	44
Tabela 3	Média e desvio padrão do pico de torque (PT) isométrico de flexores e extensores do cotovelo em termos absolutos e normalizados .....	45
Tabela 4	Distribuição dos indivíduos de acordo com o respectivo ângulo articular no qual o PT foi alcançado, para flexores e extensores .....	46

### Artigo 2

Tabela 1	Média e desvio padrão dos valores antropométricos e de FPM dos atletas de JJ .....	70
Tabela 2	Média e desvio padrão dos valores normalizados de PT durante as contrações isométricas e dinâmicas dos atletas de JJ .....	70
Tabela 3	Correlações entre os dados normalizados dos KGST e dos parâmetros isocinéticos dos flexores do cotovelo .....	71
Tabela 4	Correlações entre os dados normalizados dos KGST e dos parâmetros isocinéticos dos extensores do cotovelo .....	71





## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Vista posterior e lateral da posição inicial da amplitude de movimento dos KGST .....	32
Figura 2	Vista posterior e lateral da posição final da amplitude de movimento dos KGST .....	32

### Artigo 1

Figura 1	Relação T-A de flexores e extensores do cotovelo .....	46
Figura 2	Relação TPF-A de flexores e extensores do cotovelo .....	47
Figura 3	Valores de TPF medida em intervalos de tempo após o InCM nos seis ângulos articulares, para flexores e extensores do cotovelo .....	48



## LISTA DE ABREVIACOES

CVIM = Contração voluntária isométrica máxima

EMG = Eletromiografia

EXT = Extensores

FLX = Flexores

FPM = Força de preensão manual

FPM<sub>DIR</sub> = Força de preensão manual direita

FPM<sub>DIRn</sub> = Força de preensão manual direita normalizada pela massa corporal

FPM<sub>ESQ</sub> = Força de preensão manual esquerda

FPM<sub>ESQn</sub> = Força de preensão manual esquerda normalizada pela massa corporal

IMC = ndice de massa corporal

InCM = Incio da contração muscular

JJ = Jiu Jitsu

KGST = Kimono Grip Strength Tests

MNR = Máximo número de repetições

MTS = Máximo tempo de sustentação

PT = Pico de torque

PT<sub>EXT\_CON</sub> = Pico de torque concêntrico dos extensores

PT<sub>EXT\_EXC</sub> = Pico de torque excêntrico dos extensores

PT<sub>FLX\_CON</sub> = Pico de torque concêntrico dos flexores

PT<sub>FLX\_EXC</sub> = Pico de torque excêntrico dos flexores

PT<sub>45</sub> = Pico de torque isométrico no ângulo de 45°

PT<sub>60</sub> = Pico de torque isométrico no ângulo de 60°

PT<sub>75</sub> = Pico de torque isométrico no ângulo de 75°

PT<sub>90</sub> = Pico de torque isométrico no ângulo de 90°

PT<sub>105</sub> = Pico de torque isométrico no ângulo de 105°

PT<sub>120</sub> = Pico de torque isométrico no ângulo de 120°

PT<sub>CON</sub> = Pico de torque concêntrico

PT<sub>EXC</sub> = Pico de torque excêntrico

T-A = Torque-ngulo

TPF = Taxa de produção de força

TPF-A = Taxa de produção de força-ngulo



## SUMÁRIO

	<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	23
	<b>CAPÍTULO I</b> .....	25
1.1	INTRODUÇÃO .....	25
1.2	OBJETIVOS .....	34
<b>1.2.1</b>	<b>Objetivo Geral</b> .....	34
1.2.2.1	Objetivos Específicos – Estudo 1 .....	34
1.2.2.2	Objetivos Específicos – Estudo 2 .....	34
1.3	JUSTIFICATIVA .....	35
	<b>CAPÍTULO II – ANÁLISE DE PARÂMETROS DE FORÇA DA ARTICULAÇÃO DO COTOVELO EM PRATICANTES DE JIU JITSU</b> .....	37
	Resumo .....	37
	Abstract .....	38
2.1	INTRODUÇÃO .....	39
2.2	MÉTODOS .....	41
2.3	RESULTADOS .....	43
2.4	DISCUSSÃO .....	48
2.5	CONCLUSÃO .....	56
2.6	REFERÊNCIAS .....	57
	<b>CAPÍTULO III – RELAÇÃO ENTRE TESTES DE RESISTÊNCIA DE FORÇA COM O KIMONO COM PARÂMETROS ISOCINÉTICOS EM ATLETAS DE JIU JITSU</b> .....	64
	Resumo .....	64
	Abstract .....	65
3.1	INTRODUÇÃO .....	65
3.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	67

3.2.1	<b>Sujeitos</b> .....	67
3.2.2	<b>Composição Corporal e Força de Preensão Manual</b> .....	68
3.2.3	<b>Avaliação Isocínética</b> .....	68
3.2.4	<b>Kimono Grip Strength Tests (KGST)</b> .....	69
3.2.5	<b>Análise Estatística</b> .....	69
3.3	<b>RESULTADOS</b> .....	69
3.4	<b>DISCUSSÃO</b> .....	71
3.5	<b>CONCLUSÃO</b> .....	75
3.6	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	75
4	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	79
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	84
	<b>ANEXO 1</b> – Parecer Consubstanciado do CEP .....	92
	<b>ANEXO 2</b> – Carta de Submissão Artigo 1 .....	96
	<b>ANEXO 3</b> – Capa da publicação do Artigo 2 .....	97
	<b>APÊNDICE 1</b> – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) .....	98
	<b>APÊNDICE 2</b> – Ficha de coleta de informações dos participantes do estudo .....	102
	<b>APÊNDICE 3</b> – Ficha de coleta de dados dos testes da visita ao laboratório .....	103

## APRESENTAÇÃO

O tema principal da presente dissertação é a investigação de parâmetros de força da articulação do cotovelo e a sua relação com testes específicos em praticantes de jiu jitsu. Para tanto, a dissertação será apresentada no modelo alternativo, composta por dois artigos originais. As coletas de dados foram realizadas nos laboratórios de Biomecânica (BIOMEC) e de esforço físico (LAEF) do Centro de Desportos da Universidade Federal de Santa Catarina (CDS - UFSC), e na academia Power Club, todos localizados na cidade de Florianópolis, SC, Brasil.

Este trabalho está dividido em três capítulos. No primeiro capítulo são apresentados ao leitor uma introdução ampla e abrangente sobre o tema principal do estudo, com uma revisão da literatura dos principais tópicos que serão investigados nos capítulos subsequentes. Serão aprofundados os seguintes assuntos: o jiu jitsu e sua caracterização física, as demandas da modalidade, os parâmetros de força relevantes e os testes específicos para avaliação da força resistente em praticantes de jiu jitsu. No mesmo capítulo, o objetivo geral será determinado, bem como os específicos de cada um dos dois artigos. Por fim, a justificativa da presente dissertação é o tópico que encerra o primeiro capítulo.

Os próximos dois capítulos são destinados aos artigos originais oriundos da presente dissertação. Constitui o segundo capítulo o artigo original intitulado “Análise de parâmetros de força da articulação do cotovelo em praticantes de jiu jitsu”, o qual foi submetido à publicação no periódico *Journal of Strength and Conditioning Research* (Anexo 2). Este trabalho objetivou descrever e analisar parâmetros de força, tais como o pico de torque isométrico, concêntrico e excêntrico, a taxa de produção de força e a relação torque-ângulo de flexores e extensores do cotovelo de praticantes de jiu jitsu. No terceiro capítulo é apresentado o segundo artigo oriundo da presente dissertação, intitulado “Relação entre testes de resistência de força com o kimono com parâmetros isocinéticos em atletas de jiu jitsu”. Este artigo foi publicado na Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano, volume 17, número 5, páginas 575 – 582, de 2015 (Anexo 3), e teve como objetivo principal verificar a

correlação estatística entre testes laboratoriais de dinamometria isocinética e os testes de campo para força resistente que utilizam o pano do *kimono* e a pegada específica da prática do jiu jitsu. As referências utilizadas nos dois artigos originais estarão contidas ao final de cada capítulo correspondente.

Todos os artigos apresentados estarão formatados de acordo com as recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para dissertações, e não nos formatos exigidos pelos periódicos científicos aos quais foram submetidos. No final da dissertação será apresentado um tópico intitulado “Considerações Finais”. Tal item abordará as limitações, aplicações práticas e perspectivas acerca dos trabalhos oriundos desta dissertação de mestrado. As referências bibliográficas que compuseram tanto o capítulo um quanto as considerações finais são apresentadas logo após o último elemento textual do trabalho. Por fim, os anexos e apêndices que constituem este estudo compõem as últimas partes da presente dissertação.



## CAPÍTULO I

### 1.1 Introdução

O Jiu Jitsu (JJ), conhecido como arte suave, foi trazido ao Brasil pelo mestre Conde Koma e modificado ao longo dos anos pela família Gracie, tornando-se conhecido como jiu jitsu brasileiro e difundido globalmente (DEL VECCHIO et al., 2007). O JJ se popularizou muito no Brasil e no mundo nos últimos anos, e, na atualidade, as competições são regulamentadas internacionalmente e nacionalmente pela *International Brazilian Jiu Jitsu Federation* e Confederação Brasileira de Jiu Jitsu, respectivamente. As lutas são organizadas por categorias de peso, idade e por faixa de graduação, conforme regulamento de cada instituição (CBJJ, 2015). Esta arte marcial consiste em ações que visam a desistência do oponente, por estrangulamentos e movimentos contra articulações, portanto princípios como o momento de força, resultante vetorial e distribuição de massa são usados nos golpes de forma a neutralizar ataques, imobilizar, derrubar, estrangular, hiperestender e torcer as articulações dos adversários (IDE e PADILHA, 2005).

Faz-se necessário reconhecer quais as ações musculares são realizadas durante o combate para que se otimize o treinamento dos atletas (AMTMANN e BERRY, 2003; RATAMES, 2011; JONES e LEDFORD, 2012). Desta forma, em esportes de agarre, como o judô e o JJ, muitas flexões e extensões de cotovelo são efetuadas no controle da distância com o adversário (FRANCHINI et al., 2011). Em muitos momentos da luta as ações excêntricas são realizadas, quando a resistência de um competidor é superada pela ação do outro. A ação excêntrica acontece quando o músculo gera tensão enquanto se alonga, produzindo menos força do que uma resistência externa, diferentemente da ação concêntrica, onde se desenvolve tensão no músculo enquanto ele se encurta, vencendo a resistência externa (THOMPSON e FLOYD, 2002). As ações isométricas ocorrem em muitos momentos da luta, tanto para atacar quanto para se defender (DEL VECCHIO et al., 2007). Portanto, os tipos de contração concêntrica, excêntrica e isométrica são bastante realizadas em esportes de combate, exigindo dos praticantes o

desenvolvimento de tais manifestações de força (RATAMES, 2011).

Em função da intensidade e das inúmeras repetições ao longo do treino e combates, é muito frequente o aparecimento de lesões, tanto articulares, pelas tentativas de finalizações, quanto musculares, pelo excesso de ações isométricas e excêntricas (GARRET, 1990; FRIDEN e LIEBER, 2001). O risco de ocorrência de traumatismos pode ser maior em modalidades de combate, pois o objetivo principal de suas técnicas é, fundamentalmente, vencer o oponente colocando-o em risco de lesões (IDE e PADILHA, 2005). Portanto, é fundamental que, após a identificação das principais articulações utilizadas e lesionadas na modalidade, estas sejam treinadas especificamente (AMTMANN e BERRY, 2003). As avaliações do presente estudo serão realizadas nos flexores (FLX) e extensores (EXT) do cotovelo, que envolvem uma articulação classificada como gínglima (THOMPSON e FLOYD, 2002), sendo esta a mais utilizada nas finalizações em combates de JJ (SCOGGIN et al., 2014) e o local de maior incidência de lesões reportados na modalidade (KREISWIRTH; MYER; RAUH, 2014; SCOGGIN et al., 2014).

Recentemente o JJ tem sido alvo de diversas investigações científicas, principalmente em aspectos fisiológicos (DEL VECCHIO et al., 2007; ANDREATO et al., 2012; ANDREATO et al., 2013; COSWIG; NEVES; DEL VECCHIO, 2013; ANDREATO et al., 2015a), com o intuito de verificar as demandas energéticas e o comportamento de marcadores bioquímicos e sanguíneos com a prática da modalidade. A caracterização fisiológica dos atletas e da modalidade é fundamental para a preparação física no esporte (JONES e LEDFORD, 2012; ANDREATO et al., 2013). Atletas de esportes de contato de agarre necessitam da contribuição aeróbia e anaeróbia de fornecimento de energia (RATAMESS, 2011). As ações mais curtas e de alta intensidade requerem a utilização dos fosfatos de alta energia (GASTIN, 2001; RATAMESS, 2011), como a via ATP-CP, enquanto o componente aeróbio destacado serve para a recuperação dos estoques desta rota bioenergética, principalmente durante os períodos de pausa ou de baixa

intensidade (GASTIN, 2001; RATAMESS, 2011; JONES e LEDFORD, 2012). Apesar dos valores de lactato aumentarem durante o combate de JJ (DEL VECCHIO et al., 2007; ANDREATO et al., 2012; ANDREATO et al., 2013; SILVA et al., 2013), o metabolismo aeróbio é predominante (DEL VECCHIO et al., 2007). No entanto, as ações decisivas do combate estão mais relacionadas ao metabolismo anaeróbio, com ações de força e potência (JONES e LEDFORD, 2012; DIAZ-LARA et al., 2014; SILVA et al., 2014a; SILVA et al., 2015).

Embora a força muscular, em suas diferentes manifestações (RATAMES, 2011; SILVA et al., 2012a), seja fundamental para o sucesso no JJ (ANDREATO et al., 2011; JONES e LEDFORD, 2012; SILVA et al., 2014b), muitos estudos realizaram o teste de força de preensão manual (FPM) para avaliação deste parâmetro (FRANCHINI et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2006; ANDREATO et al., 2011; ANDREATO et al., 2013; DIAZ-LARA et al., 2014). De fato, o controle da pegada no kimono do adversário é considerado fundamental para o sucesso de ataques e defesas nas ações técnicas (OLIVEIRA et al., 2006; SILVA et al., 2012a; JONES e LEDFORD, 2012), e a região do antebraço, recrutada no teste de FPM, foi descrita, por atletas de JJ, como uma das principais áreas de fadiga em lutas da modalidade (ANDREATO et al., 2014; ANDREATO et al., 2015b). Porém, a utilidade desta medida é controversa, tendo em vista que a FPM não inclui demandas representativas de força durante uma luta (FRANCHINI et al., 2004; SILVA et al., 2014b), e não foi um parâmetro capaz de discriminar a força entre indivíduos sedentários e atletas de JJ (OLIVEIRA et al., 2006), ou judo (DIAS et al., 2012). Há, ainda, evidências de que alguns fatores influenciam nos valores de medidas de FPM, como o número de repetições, a posição do indivíduo e se as duas mãos ou somente a dominante são avaliadas (ROBERTS et al., 2011).

Portanto, algumas investigações acerca da força de grandes grupos musculares têm sido conduzidas nos últimos anos com praticantes de JJ (DEL VECCHIO et al., 2007; COSTA et al., 2009; COSWIG; NEVES; DEL VECCHIO, 2011; ANDREATO et al., 2011; DIAZ-LARA et al., 2014; SILVA et al., 2014a; SILVA et al., 2015). As manifestações de força vêm sendo avaliadas por diferentes métodos, em diversos agrupamentos

musculares. Nos membros inferiores de atletas de JJ, já foram utilizados testes de impulsão horizontal (COSWIG; NEVES; DEL VECCHIO, 2011), de força máxima no teste de 1-RM em exercícios de agachamento e levantamento terra (DEL VECCHIO et al., 2007), com saltos contra movimento (DIAZ-LARA et al., 2014) e com dinamômetros para pernas e costas (ANDREATO et al., 2011). Já nos membros superiores, a força máxima em teste de 1-RM no exercício de supino é o instrumento mais utilizado (DEL VECCHIO et al., 2007; COSTA et al., 2009; SILVA et al., 2014a; SILVA et al., 2015). Já em outro estudo de Andreato et al., (2011) o teste de flexões de braço em um minuto foi o escolhido para mensurar a força resistente de membros superiores em atletas de JJ. Nota-se, portanto, que não há padronização quanto ao tipo de manifestação de força avaliada e quanto ao protocolo de teste realizado, dificultando a geração de dados para comparação e discussão entre os diferentes trabalhos. Neste sentido, avaliações em dinamômetros isocinéticos, que reconhecidamente geram dados fidedignos e reprodutíveis (BALZOPoulos e BRODIE, 1989; BROWN; WHITEHURST; FINDLEY, 2005), poderiam identificar e caracterizar os parâmetros de torque de atletas de JJ com maior validade, confiabilidade e reprodutibilidade, possibilitando a comparação entre estudos.

O torque muscular é considerado um dos mais importantes e decisivos fatores físicos para descrever a condição geral de um atleta (PEDZICH; MASTALERZ; SADOWSKI, 2012), tanto em contrações isométricas quanto em dinâmicas (i.e. concêntricas e excêntricas). O exercício isocinético passa o conceito de manutenção da velocidade constante ao longo da amplitude de movimento de contrações concêntricas e excêntricas (THOMPSON e FLOYD, 2002), porém a velocidade não é mantida constante por toda amplitude de movimento durante uma avaliação em dinamômetro isocinético (BALZOPoulos e BRODIE, 1989). O período no qual a velocidade é constante está associado com a velocidade de execução da contração, tendo em vista que Brown; Whitehurst; Findley (2005) demonstraram haver fases de aceleração positiva e negativa, ocorrendo no início e ao final da amplitude de movimento, respectivamente. Utiliza-se velocidades angulares baixas, menores que  $180^{\circ}\cdot s^{-1}$ , para

avaliar o pico de torque (PT) e o trabalho; e maiores que  $180\cdot s^{-1}$  para a potência, sendo que a velocidade mais utilizada para avaliar o PT é  $60\cdot s^{-1}$  (TERRERI; GREVE; AMATUZZI, 2001). Avaliações isocinéticas vêm sendo realizadas em diversas articulações, principalmente para mensurar valores de PT em atletas de judô (OBUCHOWICK-FIDELUS et al., 1986; JANIÁK e KRAWCZYK, 1995; BUSKO e NOWAK, 2008; DETANICO et al., 2015), taekwondo (PEDZICH; MASTALERZ; SADOWSKI, 2012) e boxe (JANIÁK e KRAWCZYK, 1995; PEDZICH; MASTALERZ; SADOWSKI, 2012), porém nenhum estudo envolvendo praticantes de JJ foi encontrado.

No caso das avaliações isométricas, um fator importante é o ângulo articular em que as contrações são realizadas (BALZOPoulos e BRODIE, 1989). Especificamente na articulação do cotovelo, as posições, tanto do cotovelo quanto do antebraço, influenciam nos valores de torque obtidos (SIMONS e ZUNIGA, 1970; MURRAY; DELP; BUCHANAN, 1995; DOHENY et al., 2008). Ao obter-se valores de PT de algumas posições articulares é possível a determinação da relação torque-ângulo (T-A), tida como básica e essencial (HANSEN et al., 2003), e que remete ao estudo de Gordon, Huxley e Julian (1966). Este clássico estudo descreveu a relação força-comprimento em fibras isoladas, mostrando a existência de um comprimento muscular ótimo de produção de força, devido à sobreposição dos filamentos finos e grossos no sarcômero. Porém, segundo Leedham e Dowling (1995), há ainda muitas questões sobre o quão transferível é a relação descrita por Gordon, Huxley e Julian (1966) para o músculo em situação *in vivo*. Alguns estudos investigaram a relação T-A nos músculos que envolvem a articulação do cotovelo (LEEDHAM e DOWLING, 1995; PHILIPPOU et al., 2004; CARPES et al., 2012), porém nenhum com praticantes de artes marciais. A avaliação do PT de apenas uma posição articular é a mais comum em estudos com a articulação do cotovelo, sendo a posição de  $90^\circ$  amplamente escolhida (JANIÁK e KRAWCZYK, 1995; HANSEN et al., 2003; MELDRUM et al., 2007; PEDZICH; MASTALERZ; SADOWSKI, 2012). Apesar disto, alguns autores afirmam que o ângulo ótimo de geração de torque dos FLX do cotovelo é em torno de  $65^\circ$  de flexão (LEEDHAM e DOWLING, 1995; PHILIPPOU et al., 2004; PHILIPPOU; KOUTSILIERIS;

MARIDAKI, 2012). Não há, portanto, consenso sobre a posição articular ótima para a produção de torque desta articulação. Considerando a grande habilidade de adaptação do sistema muscular (HERZOG, 2000) e que o JJ exige diferentes tipos de contrações, em diversas posições articulares, instiga-se a investigação de qual é o ângulo ótimo de produção de torque de FLX e EXT do cotovelo de atletas da modalidade. Pode-se dizer o mesmo sobre a relação T-A, tendo em vista que esta é sensível a diversos fatores (HANSEN et al., 2003), como à sessão aguda de exercício (PHILIPPOU et al., 2004; PHILIPPOU; KOUTSILIERIS; MARIDAKI, 2012), e à prática sistemática de determinada modalidade esportiva (HERZOG et al., 1991).

Outro parâmetro que pode ser mensurado pelo teste em dinamômetro isocinético e que se mostrou sensível a adaptações pelo treinamento de força é a taxa de produção de força (TPF) (AAGAARD et al., 2002; BARRY; WARMAN; CARSON, 2005). A TPF é obtida no início da contração muscular, pela razão entre a variação da força pela variação do tempo (AAGAARD et al., 2002; CORVINO et al., 2009). Sugere-se que durante a primeira fase da TPF (<50 ms), propriedades intrínsecas contráteis do músculo são mais determinantes, enquanto nas fases posteriores (150-250 ms) os resultados estão intimamente ligados à força máxima do músculo (HAFF et al., 1997; ANDERSEN e AAGAARD, 2006). Os valores de TPF são dependentes do tipo e da velocidade de contração utilizados, com maiores valores obtidos quando não há movimento articular (i.e. isometria) ou quando a velocidade angular é baixa (CORVINO et al., 2009). Assim, em atletas que utilizam em suas modalidades contrações musculares explosivas, como o JJ (DIAZ-LARA et al, 2014; SILVA et al., 2015), a TPF tem sido considerada um importante parâmetro para mensurar o desempenho neuromuscular (HAFF et al, 1997; CORVINO et al., 2009). Além disto, não foram encontrados dados na literatura sobre estudos da TPF em praticantes de JJ até o momento, tornando mais importante sua investigação.

Contudo, nem todos os técnicos e atletas têm acesso a equipamentos sofisticados e avaliações laboratoriais, tornando importante o desenvolvimento e a investigação de testes de

campo para a avaliação de capacidades físicas. Balke (1963) afirma que testes de campo devem englobar um exercício físico familiar ao praticante, avaliando dados mensuráveis que possam gerar informações significantes. Os testes de resistência de força (KGST – *Kimono Grip Strength Tests*) com a pegada no *judogi* (i.e. pano do *kimono*) foram desenvolvidos para judocas (FRANCHINI et al., 2004; FRANCHINI et al., 2011) e vêm sendo utilizados para discriminar o nível de praticantes de JJ (COSWIG; NEVES; DEL VECCHIO, 2011; SILVA et al., 2012a; SILVA et al., 2014a), tornando-se uma útil e prática ferramenta de avaliação. Além do fato de os KGST serem mais acessíveis que dinamômetros isocinéticos (FRANCHINI et al., 2004), estes podem mensurar a força resistente de membros superiores em atletas de JJ (SILVA et al., 2012b), sendo esta uma das capacidades decisivas no desempenho da modalidade (COSWIG; NEVES; DEL VECCHIO, 2011; ANDREATO et al., 2011; JONES e LEDFORD, 2012).

Os KGST são: (1) máximo número de repetições (MNR) e (2) máximo tempo de sustentação (MTS). Ambos são realizados para verificar aspectos que possivelmente determinem a habilidade de manutenção da pegada, durante isometria ou em movimento dinâmico (FRANCHINI et al., 2011). Nos dois testes o indivíduo faz a pegada no *kimono*, que permanece enrolado em uma barra fixa. A Figura 1 ilustra a posição inicial dos testes: com a devida pegada no *kimono*, o sujeito permanece suspenso, sustentando a própria massa corporal, com a articulação do ombro flexionada, a do cotovelo estendida e o antebraço em posição neutra. O MNR consiste na quantidade de repetições do movimento da máxima extensão à máxima flexão do cotovelo (FRANCHINI et al., 2011; SILVA et al., 2014b). As Figuras 1 e 2 ilustram as posições iniciais e finais, respectivamente, da amplitude de movimento do teste MNR. A falha concêntrica, quando o indivíduo não é capaz de realizar a amplitude completa, determina o final do teste, e o número de repetições corretamente efetuadas gera o escore (FRANCHINI et al., 2011; SILVA et al., 2014b). No MTS, o sujeito parte da posição ilustrada na Figura 1 até a posição da Figura 2, onde deve permanecer pelo maior tempo possível. Portanto, o MTS é definido como o tempo que o sujeito consegue permanecer suspenso, com a pegada no *kimono*,

sustentando sua própria massa corporal na máxima flexão de cotovelo (FRANCHINI et al., 2011; SILVA et al., 2014b).

Figural. Vista posterior (A) e lateral (B) da posição inicial da amplitude de movimento dos KGST

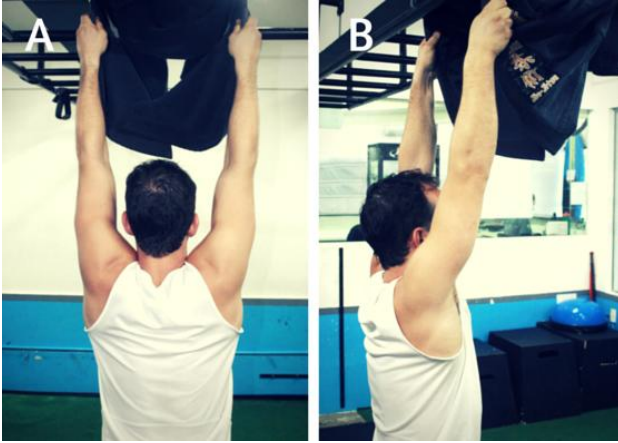


Figura 2. Vista posterior (A) e lateral (B) da posição final da amplitude de movimento dos KGST.



Ambos os testes exigem força isométrica da musculatura do antebraço, região fatigável em combates de JJ (ANDREATO



et al., 2015b) e importante em ações técnicas (OLIVEIRA et al., 2006; SILVA et al., 2012a; JONES e LEDFORD, 2012), porém distinguem-se quanto ao tipo de contração muscular. O MNR exige força concêntrica dos FLX do cotovelo e dos EXT do ombro para que o indivíduo se movimente da posição ilustrada pela Figura 1 até a Figura 2. Para retornar à posição inicial (da Figura 2 para a Figura 1), realiza-se a contração excêntrica dos mesmos grupos musculares, já que o sujeito controla a descida para que esta não seja feita de forma brusca, em queda livre. Ao analisar o MTS, verifica-se que este teste exige força isométrica de FLX do cotovelo e de EXT do ombro (Figura 2), resistindo à tendência das forças externas de promover a ação excêntrica da extensão do cotovelo e consequente flexão do ombro.

Entretanto, sabe-se que a maior especificidade de um teste, como os KGST, remete a uma grande validade externa, porém a quantificação da variável a ser avaliada nem sempre é representativa, ou seja, a validade interna pode não ser relevante. Neste sentido, deve-se investigar diversas relações estatísticas a fim de validar e consolidar a prática de um teste de campo como um instrumento confiável e reprodutível. Neste sentido, a reprodutibilidade dos KGST foi classificada como alta em estudo com atletas de JJ, conduzido por Silva et al. (2012b) (MTS: ICC=0,99, limites de concordância = -6,9 a 2,4-s, com diferença média de -2,3-s, 95% intervalo de confiança: -3,3 a -1,2-s, e MNR: ICC=0,97, limites de concordância -2,9 a 2,3-rep, com diferença média de -0,3-rep, 95% intervalo de confiança: -0,9 a 0,3-rep), e já foram registrados valores de correlação entre MNR e MTS de  $r=0,75$  por Franchini et al. (2004) e de  $r=0,71$  no estudo de Silva et al. (2012b). Em judocas foram verificadas correlações positivas entre os resultados dos KGST com outros testes padronizados de força muscular, como a  $FPM_{ESQn}$  ( $r=0,73$ ), teste de 1-RM no exercício de remada ( $r=0,71$ ) e desempenho no teste de Wingate para membros superiores ( $r=0,69$ ) (FRANCHINI et al., 2004). No entanto, MNR e MTS não foram correlacionados com um teste confiável e reprodutível para mensurar o torque muscular, como a dinamometria isocinética (BROWN; WHITEHURST; FINDLEY, 2005), que poderia promover a consolidação destes testes específicos para a avaliação física de praticantes de JJ.

Portanto, a presente dissertação se propõe a elucidar dois principais problemas de pesquisa, cada um em seu respectivo artigo original. O primeiro artigo trata de responder quais as características dos parâmetros de força (PT, TPF e relação T-A) dos grupos musculares que envolvem a articulação do cotovelo de praticantes de JJ? Para o estudo 2, o problema a ser investigado é se há correlação entre os KGST com os resultados provenientes de avaliação de força em dinamômetro isocinético em praticantes de JJ?

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo Geral:

Investigar parâmetros de força de praticantes de jiu jitsu e correlacioná-los com o desempenho em testes específicos da modalidade.

#### *1.2.2.1 Objetivos Específicos – Estudo 1*

- Descrever a relação Torque–Ângulo e identificar o ângulo ótimo de produção de torque de flexores (FLX) e extensores (EXT) da articulação do cotovelo de praticantes de Jiu Jitsu (JJ).

- Verificar a taxa de produção de força de FLX e EXT em diferentes ângulos articulares do cotovelo de praticantes de JJ.

- Verificar e comparar o pico de torque concêntrico ( $PT_{CON}$ ) e pico de torque excêntrico ( $PT_{EXC}$ ) de FLX e EXT do cotovelo de praticantes de JJ.

#### *1.2.2.2 Objetivos Específicos – Estudo 2*

- Correlacionar os resultados dos testes máximo número de repetições (MNR) e máximo tempo de sustentação (MTS) com o  $PT_{CON}$  e  $PT_{EXC}$  de FLX e EXT do cotovelo.

- Correlacionar os resultados dos testes MNR e MTS com valores de PT isométrico de FLX e EXT do cotovelo, em três ângulos articulares.

### 1.3 Justificativa

A investigação dos parâmetros de torque (PT, TPF e relação T-A), oriundos de avaliação em dinamômetro isocinético, resultará em valores de referência para estudos com praticantes de JJ. Estas avaliações geram dados fidedignos, confiáveis e com alta reprodutibilidade (BROWN; WHITEHURST; FINDLEY, 2007). Tais dados contribuirão para que profissionais e cientistas desta área tenham mais suporte e fontes de conhecimento para analisar, comparar e discutir seus achados.

Tem sido uma prática comum nos estudos envolvendo praticantes de JJ a comparação e discussão dos dados obtidos com aqueles de outras modalidades de combate, tais como o wrestling e o judô (ANDREATO et al., 2011; ANDREATO et al., 2012; JONES e LEDFORD, 2012; SILVA et al., 2014a; DIAZ-LARA et al., 2014). De acordo com buscas em periódicos e bases de dados, as investigações do presente estudo são inéditas nessa população, e auxiliarão no avanço do conhecimento da modalidade. Consequentemente, incrementarão o corpo científico para posteriores discussões acerca das demandas físicas específicas do JJ.

Ao analisar a literatura sobre esportes de combate e avaliações em dinamômetro isocinético, se observou que a variável mais investigada tem sido o PT (JANIAK e KRAWCZYK, 1995; BUSKO e NOWAK, 2008; PEDZICH; MASTALERZ; SADOWSKI, 2012; DETANICO et al., 2015). No entanto, outros parâmetros relacionados à força muscular (e.g. TPF e a relação T-A) não foram encontrados. De acordo com Herzog (2000), sem o conhecimento dos mecanismos musculares muitos esportes não serão compreendidos em sua totalidade. Entendo que a presente investigação auxiliará na compreensão das demandas da modalidade, dada a importância da força e do torque no JJ, e pela lacuna apresentada na literatura.

Testes de campo devem englobar um exercício físico familiar (i.e. validade ecológica) ao praticante, avaliando dados mensuráveis que possam gerar informações significantes (BALKE, 1963). Além do fato de os KGST serem mais acessíveis que dinamômetros isocinéticos (FRANCHINI et al., 2004), ambos os testes que compõem o KGST (MNR e MTS) podem mensurar a força de membros superiores em atletas de JJ (SILVA et al., 2012b). Mais ainda, a correlação entre testes de campo e testes reconhecidamente validados poderá prover a consolidação destes testes específicos para a avaliação física de praticantes de JJ.

Finaliza-se a justificativa do presente estudo com as palavras de uma grande referência na área da biomecânica, Dr. Walter Herzog, da Universidade de Calgary:

Sabe-se que dramáticas mudanças no desempenho de muitos esportes são possíveis por uma cuidadosa avaliação das técnicas e da biomecânica da modalidade. Deverá ser um desafio para os biomecânicos do esporte explorarem essas possibilidades e reconhecê-las antes que os atletas o façam (HERZOG, 2000, pg 151).

Deste modo, este estudo pretende colaborar para o desenvolvimento da modalidade e de pesquisas relacionadas ao jiu jitsu e à biomecânica do esporte.

## CAPITULO II

### ANÁLISE DE PARÂMETROS DE FORÇA DA ARTICULAÇÃO DO COTOVELO EM PRATICANTES DE JIU JITSU

<sup>1</sup>Bruno Follmer, <sup>1</sup>Rodolfo André Dellagrana, <sup>1</sup>Luis Antonio Pereira de Lima, <sup>1</sup>Fernando Diefenthaler

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Desportos, Laboratório de Biomecânica. Florianópolis, SC. Brasil.

#### Resumo

O objetivo do presente estudo foi descrever e analisar parâmetros de força dos músculos flexores (FLX) e extensores (EXT) da articulação do cotovelo de praticantes de jiu jitsu (JJ). Participaram do estudo 28 praticantes de JJ, da faixa azul à preta. O protocolo em dinamometria consistiu de contrações voluntárias isométricas máximas em seis ângulos articulares (45, 60, 75, 90, 105, e 120°) para a determinação do pico de torque (PT), da taxa de produção de força (TPF) e da relação Torque-Ângulo (T-A). Já as contrações dinâmicas a  $60^{\circ}\cdot s^{-1}$  foram utilizadas para mensurar o PT concêntrico ( $PT_{CON}$ ) e excêntrico ( $PT_{EXC}$ ) de FLX e EXT do cotovelo. Utilizou-se ANOVA *oneway* de medidas repetidas para identificar as diferenças dentro da relação T-A e teste *t-Student* para as diferenças de PT entre os grupos musculares e tipos de contração. O nível de significância adotado foi de 5%. Os FLX do cotovelo apresentaram maior PT isométrico que os EXT na maioria dos ângulos articulares, provavelmente devido às ações de controle de pegada. Entretanto, o  $PT_{CON}$  foi maior para os EXT em comparação aos FLX, justificado pelas frequentes ações isoladas dos EXT, como para empurrar o adversário. A relação T-A demonstrou o comportamento clássico de “U” invertido, embora os EXT tenham apresentado valores próximos ao máximo por uma amplitude maior de posições do que os FLX. Os ângulos

articulares de 105° e 75° foram os mais favoráveis, e 45° e 120° os desfavoráveis para a produção de PT em EXT e FLX, respectivamente. Tais achados representam valiosa contribuição ao banco de dados científico desta população, e estimulam estudos futuros que envolvam parâmetros de força em atletas de esportes de combate.

**Palavras-chave:** Artes marciais; Dinamômetro Isocinético; Esportes de combate; Torque.

### **Abstract**

This study aimed to analyze strength parameters of elbow flexors (FLX) and extensors (EXT) from jiu jitsu (JJ) practitioners. Twenty-eight male JJ practitioners from blue to black belt volunteered to participate. Subjects performed maximum elbow FLX and EXT voluntary isometric contractions to determine peak torque (PT), rate of force development (RFD), and torque-angle (T-A) relationship at six elbow articular angles (45, 60, 75, 90, 105, and 120°). Dynamic contractions at 60°·s<sup>-1</sup> assessed concentric (PT<sub>CON</sub>) and eccentric (PT<sub>ECC</sub>) peak torque from elbow FLX and EXT. Student t-test and ANOVA one way were performed to identify differences in PT between muscle groups and type of contraction. Significance level was set at 5%. FLX were stronger isometrically but weaker concentrically in comparison to EXT. This is probably due to the amount of FLX isometric actions of grip dispute and the concentric component of pushing the opponent required from elbow EXT. T-A relationship curve demonstrated the classic shape of inverted “U” previously described. However, EXT showed near maximal values for a broader range in comparison to FLX. Joint positions of 105° and 75° were identified as the most favorable, whereas 45° and 120° as unfavorable in the maximum PT output of elbow EXT and FLX, respectively. These data represents a valuable contribution to the scientific database regarding this population, and hopefully stimulating further researches concerning strength parameters in combat sportsmen.

**Keywords:** Martial arts; Isokinetic dynamometer; Combat sports; Torque

## 2.1 Introdução

As manifestações de força máxima em condições isométricas e dinâmicas são essenciais para o desempenho no jiu jitsu (JJ) (ANDREATO et al., 2011; JONES e LEDFORD, 2012; DIAZ-LARA et al., 2014). Apesar desta relevância, a força de prensão manual (FPM) tem sido o parâmetro de força mais avaliado no JJ (OLIVEIRA et al., 2006; ANDREATO et al., 2011; ANDREATO et al., 2013; DIAZ-LARA et al., 2014; SCHWARTZ et al., 2015; ANDREATO et al., 2015a), mesmo esta variável não envolvendo representativas demandas físicas da modalidade (SILVA et al., 2014a). Desta forma, o dinamômetro isocinético, reconhecido por gerar dados confiáveis e reprodutíveis (BROWN; WHITEHURST; FINDLEY, 2005), poderia ser utilizado para melhor identificar e caracterizar os parâmetros de força de atletas de JJ.

O principal objetivo em um combate de JJ é alcançar a desistência do oponente por meio de estrangulamentos ou movimentos contra as articulações, o que envolve grandes grupos musculares e uma grande variedade de movimentos (JONES e LEDFORD, 2012). Portanto, para que seja avaliada articulação exata, Amtmann e Berry (2003) recomendam conhecimento prévio dos principais grupos musculares e dos locais com maiores índices de lesão na modalidade. Como muitas flexões e extensões de cotovelo são realizadas em combates, e esta articulação é a mais utilizada em técnicas de finalização (SCOGGIN et al., 2014), a investigação dos músculos que envolvem a articulação do cotovelo é crucial no JJ (FOLLMER et al., 2015). Além disto, alguns estudos indicaram que o cotovelo foi o local com maior índice de lesão entre atletas de JJ (SCOGGIN et al., 2014; KREISWIRTH; MYER; RAUH, 2014).

Dentre os parâmetros de força mensurados pelo dinamômetro isocinético, o torque muscular é considerado um dos mais importantes e decisivos aspectos físicos para descrever a condição geral de um atleta (PEDZICH; MASTALERZ; SADOWSKI, 2012). Atletas de esportes de combate como o judô (OBUCHOWICK-FIDELUS et al., 1986; JANIÁK e KRAWCZYK, 1995; BUSKO e NOWAK, 2008), taekwondo (PEDZICH; MASTALERZ; SADOWSKI, 2012) e o boxe

(JANIAK e KRAWCZYK, 1995; PEDZICH; MASTALERZ; SADOWSKI, 2012) foram investigados em avaliações isocinéticas, principalmente para mensuração do pico de torque (PT) de membros superiores. Apenas um estudo avaliou o PT isométrico e dinâmico de atletas de JJ, e correlacionou positivamente os dados isocinéticos com testes de campo para avaliação da força muscular de membros superiores (FOLLMER et al., 2015). Embora as evidências sobre o torque muscular colaborem para a predição do desempenho, outras variáveis, tais como a relação Torque-Ângulo (T-A) e a taxa de produção de força (TPF) são relevantes para caracterizar aspectos neuromusculares de uma modalidade.

Apesar da TPF e a relação T-A serem amplamente investigadas (HERZOG et al., 1991; AAGAARD et al., 2002; ANDERSEN E AAGAARD, 2006; OLIVEIRA et al., 2015), poucos estudos avaliaram estas variáveis em indivíduos treinados (HERZOG et al., 1991; HAFF et al., 1997; SAHALY et al., 2001). A relação T-A reflete o valor de torque obtido em diferentes posições articulares (HANSEN et al., 2003), permitindo a determinação do ângulo ótimo de produção de torque. Desta forma, esta variável apresenta um importante aspecto durante um combate de JJ, tendo em vista que diversos movimentos requerem alavancas e força muscular. Muitos aspectos podem alterar o comportamento da relação T-A (HANSEN et al., 2003), como o efeito agudo de sessão de treino (PHILIPPOU et al., 2004; PHILIPPOU; KOUTSILIERIS; MARIDAKI, 2012), ou efeitos crônicos da prática sistemática de determinada modalidade (HERZOG et al., 1991). Da mesma forma, a TPF é sensível ao treinamento de força (AAGAARD et al., 2002; BARRY; WARMAN; CARSON, 2005; OLIVEIRA et al., 2015). Este parâmetro representa a rapidez do músculo na geração de força máxima (AAGAARD et al., 2002; ANDERSEN E AAGAARD, 2006), sendo relevante em avaliações neuromusculares em esportes que requerem ações potentes (HAFF et al., 1997; ANDERSEN E AAGAARD, 2006; CORVINO et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2015). Desta forma, é ressaltada a importância da avaliação desta variável em praticantes de JJ. Philippou; Koutsilieris; Maridaki (2012) investigaram se haveria diferenças na TPF quando mensurada em diversas posições articulares, tendo em vista que esta variável é



frequentemente avaliada em uma única posição. Os autores não encontraram diferenças no comportamento da TPF. Entretanto, a amostra do estudo foi composta por poucos e sedentários sujeitos, tornando a questão sobre o comportamento da TPF em diferentes ângulos articulares (relação TPF-A) ainda inconclusa para indivíduos treinados.

Considerando as informações supracitadas, e como o JJ tem sido investigado predominantemente em seus aspectos fisiológicos (DEL VECCHIO et al., 2007; COSWIG; NEVES; DEL VECCHIO, 2013; ANDREATO et al., 2014; ANDREATO et al., 2015b), existe uma lacuna na literatura sobre os parâmetros de força desta população. Ainda, a maioria dos estudos envolvendo o JJ discutiu e comparou seus achados com dados provenientes de evidências de outros esportes de combate, como judô e wrestling (ANDREATO et al., 2011; ANDREATO et al., 2012; JONES e LEDFORD, 2012; SILVA et al. 2014b; DIAZ-LARA et al., 2014). Como hipótese, a prática regular do JJ poderia influenciar nas variáveis de força citadas anteriormente. Portanto, o objetivo do presente estudo foi descrever e analisar parâmetros de força (PT, relação T-A e TPF) da articulação do cotovelo em praticantes de JJ, gerando informações úteis para técnicos e pesquisadores.

## **2.2 Métodos:**

Participaram do estudo 28 homens, com idade de  $26,8 \pm 4,8$  anos, e  $7,5 \pm 6,1$  anos de prática de JJ. A frequência de treinamento era de  $4 \pm 1$  sessão por semana, com duração média de  $97 \pm 21$  minutos por sessão. A amostra foi composta por 16 faixas azul, 6 roxa, 4 marrom e 3 preta. Como critérios para inclusão no estudo, os indivíduos não deveriam apresentar qualquer lesão nos membros superiores e praticar o JJ há, pelo menos, um ano, com frequência mínima de três treinos semanais, por dois meses consecutivos. Os participantes foram instruídos a evitar esforços físicos e ingestão de álcool e café nas 24h precedentes à coleta dos dados. Todos os voluntários assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC (protocolo 38774514.4.0000.0118).

Para determinar a massa corporal e estatura dos indivíduos, uma balança (SOEHNLE, Murrhardt, Alemanha) com resolução de 0,1 kg e um estadiômetro (SANNY, São Paulo, Brasil) com 0,1 cm de resolução foram utilizados, respectivamente. A espessura das dobras cutâneas de sete pontos anatômicos (subescapular, tricípital, peitoral, axilar-média, supra-íliaca, abdominal e coxa) foram coletadas com um adipômetro (CESCORF, Porto Alegre, Brasil) com pressão constante de 10 g/mm<sup>2</sup> e 1 mm de resolução. O percentual de gordura corporal foi calculado de acordo com Pollock e Jackson (1978). A FPM foi verificada por um dinamômetro hidráulico de mão (SAEHAN<sup>TM</sup>, Corporation, Masan, Coréia do Sul), ajustado de acordo com o tamanho da mão do indivíduo, em três contrações não sequenciais para cada lado, sendo o máximo valor registrado determinado como a FPM (ANDREATO et al., 2011).

Os testes no dinamômetro isocinético ocorreram em um único dia. Os indivíduos permaneceram sentados num banco Scott (i.e., como os usualmente encontrados em academias), ao lado do dinamômetro (Biodex System 4 Pro, Biodex Medical Systems, Shirley, Nova Iorque, EUA), com o ombro flexionado em 40° e o eixo do cotovelo alinhado ao eixo de rotação do equipamento. O antebraço permaneceu em posição neutra durante todos os procedimentos de coleta de dados (MURRAY; DELP; BUCHANAN, 1995). Todos os indivíduos eram destros, de acordo com a preferência em escrever (MELDRUM et al., 2007; CARPES et al., 2012). Inicialmente os sujeitos completavam os procedimentos de aquecimento e familiarização, para então realizarem o protocolo isométrico. Foram realizadas três séries de 5 s de contração voluntária isométrica máxima para extensores (EXT) e flexores (FLX) do cotovelo, com 10s entre elas (NIMS, 1996), em seis ângulos articulares randomicamente distribuídos (45, 60, 75, 90, 105 e 120°, sendo 0° = extensão completa). O PT absoluto foi detectado para cada posição (PT<sub>45</sub>, PT<sub>60</sub>, PT<sub>75</sub>, PT<sub>90</sub>, PT<sub>105</sub> e PT<sub>120</sub>), para FLX e EXT, sendo estas contrações as escolhidas para análise dos parâmetros de força.

A TPF foi definida como a inclinação média da curva torque-tempo (AAGAARD et al., 2002), durante específicos intervalos de tempos (0-30, 0-50, 0-100, 0-150, 0-200 e 250 ms) após o início da contração muscular (InCM). O InCM foi

determinado como o instante em que o valor absoluto de torque excedeu em 2,5% a diferença entre o valor de repouso e o PT (AAGAARD et al., 2002). Os participantes foram instruídos a contraírem o “mais rápido e forte possível” (AAGAARD et al., 2002; ANDERSEN E AAGAARD, 2006). Para a elaboração da relação TPF-A, o modelo de Philippou; Koutsilieris; Maridaki (2012) foi utilizado, no qual a TPF em cada ângulo foi determinada pela divisão entre o PT e o respectivo tempo para sua obtenção.

Em seguida, foi realizado o protocolo de contrações dinâmicas, no modo concêntrico-excêntrico a  $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ , com amplitude de movimento em torno de  $100^{\circ}$ . Para a avaliação dinâmica, o PT foi detectado em cada tipo de contração, denominado concêntrico ( $PT_{CON}$ ) e excêntrico ( $PT_{EXC}$ ), entre as cinco repetições realizadas para ambos os grupos musculares (FLX e EXT), gerando quatro variáveis para cada indivíduo ( $PT_{FLX\_CON}$ ,  $PT_{FLX\_EXC}$ ,  $PT_{EXT\_CON}$  e  $PT_{EXT\_EXC}$ ). Para evitar efeitos de fadiga, um intervalo de 2 min foi respeitado entre cada série de contrações em todo protocolo isométrico e isocinético (PEDZICH; MASTALERZ; SADOWSKI, 2012)

Todas as medidas de torque obtidas foram coletadas numa frequência de 2000 Hz e filtradas *off line* (filtro *Butterworth* passa baixa de quinta ordem, 0,01 Hz como frequência de corte). Cada tentativa teve seu valor de torque compensado para evitar efeitos de forças residuais causadas pela ação da gravidade no membro do avaliado ou no segmento do aparelho. Toda análise estatística foi realizada no software SPSS 17.0. A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de *Shapiro Wilk*. ANOVA *one way* para medidas repetidas e o *post hoc* de *Bonferroni* foram usados para apontar as diferenças no PT nos diversos ângulos articulares avaliados. O teste t de *Student* verificou as diferenças no PT entre os grupos musculares e tipos de contração. O nível de significância adotado foi de 5%.

### 2.3 Resultados

A Tabela 1 apresenta os dados de composição corporal e de FPM dos praticantes de JJ. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado dividindo-se a massa corporal pelo quadrado da

estatura. Os valores são apresentados em média e desvio padrão (DP).

Tabela 1. Composição corporal e valores de FPM dos praticantes de JJ (n=28).

	Média ± DP
Massa Corporal (kg)	80,77±11,35
Estatura (cm)	174,03±6,53
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	26,67±3,54
Gordura Corporal (%)	14,11±6,71
FPM <sub>DIR</sub> (kgf)	49,89±6,27
FPM <sub>ESQ</sub> (kgf)	47,75±8,37
FPM <sub>DIRn</sub> (kgf/kg)	0,62±0,10
FPM <sub>ESQn</sub> (kgf/kg)	0,59±0,10

IMC = Índice de massa corporal; FPM<sub>DIR</sub> = Força de prensão manual direita; FPM<sub>ESQ</sub> = Força de prensão manual esquerda; FPM<sub>DIRn</sub> = Força de prensão manual direita normalizada pela massa corporal; FPM<sub>ESQn</sub> = Força de prensão manual esquerda normalizada pela massa corporal.

Os praticantes de JJ pertenciam a diferentes categorias de peso, levando a um coeficiente de variação da massa corporal em torno de 14%. Portanto, todos os dados referentes ao torque muscular serão apresentados em valores absolutos e normalizados pela massa corporal total. Os resultados das contrações dinâmicas estão demonstrados na Tabela 2. Os grupos musculares apresentaram diferentes valores de PT para contrações concêntricas, tendo os EXT maiores valores que os FLX, enquanto que não houve diferenças no PT<sub>EXC</sub>. Em relação ao tipo de contração, as contrações excêntricas apresentaram valores maiores que as concêntricas nos dois grupos musculares avaliados.

Tabela 2. Média e desvio padrão dos valores de pico de torque (PT) absoluto e normalizado das contrações dinâmicas.

	Absoluto (N·m)	Normalizado (N·m·kg <sup>-1</sup> )
PT <sub>FLX_CON</sub>	54,42±10,24*	0,68±0,14*
PT <sub>FLX_EXC</sub>	77,37±9,40**	0,97±0,17**
PT <sub>EXT_CON</sub>	60,11±11,46	0,74±0,16
PT <sub>EXT_EXC</sub>	79,63±15,17**	0,99±0,23**

\* Diferente do PT<sub>EXT\_CON</sub>, p=0,006

\*\* Diferente do PT<sub>CON</sub> para o mesmo grupo muscular, p<0,001

Os valores de PT isométrico de FLX e EXT são apresentados na Tabela 3, para todas as posições articulares avaliadas. Verificaram-se maiores valores de PT em FLX em comparação aos EXT em quatro ângulos (45, 60, 75 e 90°), todos com nível de significância de  $p < 0,001$ .

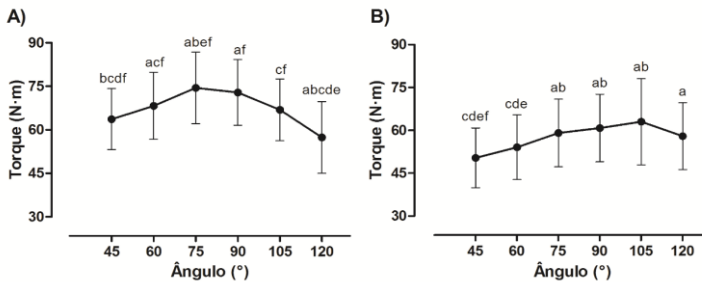
A relação T-A dos FLX está contida na Figura 1A, enquanto que a Figura 1B remete aos dados dos EXT. Para ambos os grupos musculares, a relação T-A apresentou o clássico comportamento de “U” invertido. Entretanto, a relação T-A dos EXT demonstrou um padrão achatado, com capacidade de geração de torque próxima do máximo numa amplitude maior, não apresentando diferenças de PT entre quatro ângulos articulares (75, 90, 105 e 120°), sendo o ângulo de 105° o que apresentou o maior PT.

Tabela 3. Média e desvio padrão do pico de torque (PT) isométrico de flexores e extensores do cotovelo em termos absolutos e normalizados.

	Flexores		Extensores	
	Absoluto (N·m)	Normalizado (N·m·kg <sup>-1</sup> )	Absoluto (N·m)	Normalizado (N·m·kg <sup>-1</sup> )
PT <sub>45</sub>	63,68±10,53*	0,79±0,13*	50,37±10,43	0,62±0,11
PT <sub>60</sub>	68,28±11,6*	0,85±0,14*	54,09±11,35	0,67±0,13
PT <sub>75</sub>	74,47±12,33*	0,93±0,16*	59,09±11,84	0,73±0,13
PT <sub>90</sub>	72,91±11,35*	0,91±0,15*	60,83±11,79	0,75±0,13
PT <sub>105</sub>	66,88±10,65	0,83±0,13	63,01±15,08	0,78±0,17
PT <sub>120</sub>	57,37±12,37	0,71±0,14	57,98±11,7	0,72±0,14

\* Diferente da mesma variável para os extensores ( $p < 0,001$ )

Figura 1. Relação T-A de flexores (A) e extensores (B) do cotovelo.



a = diferente de 45°; b = diferente de 60°; c = diferente de 75°; d = diferente de 90°; e = diferente de 105°; f = diferente de 120°;  $p < 0,05$ .

Como informação complementar aos valores de PT e à relação T-A, a Tabela 4 contém a distribuição dos indivíduos de acordo com a posição articular no qual o PT foi atingido, para ambos os grupos musculares. Para os FLX do cotovelo, a maioria dos praticantes de JJ obteve o PT em 75°, enquanto que nenhum o atingiu em 120°. De forma semelhante, nos EXT a posição em que mais indivíduos alcançaram o PT foi em 105°, enquanto que a posição de 45° não foi a responsável pelo maior valor de torque em qualquer participante.

Tabela 4. Distribuição dos indivíduos de acordo com o respectivo ângulo articular no qual o PT foi alcançado, para flexores e extensores (n=28).

Posição	Flexores	Extensores
45°	1	0
60°	1	3
75°	13	4
90°	10	5
105°	3	13
120°	0	3

A normalidade dos resultados da razão (PT/tempo para PT) não foi confirmada. Desta forma, a mediana foi determinada e analisada, compondo a relação TPF-A, apresentada na Figura 2. A TPF aparentou valores elevados quando o músculo estava

alongado, alcançando o maior valor na posição de 60° para os FLX de cotovelo. A capacidade de gerar torque rapidamente foi reduzida a medida em que a musculatura era encurtada. Os EXT do cotovelo apresentaram comportamento mais retilíneo na curva TPF-A, mantendo valores semelhantes nas diversas posições articulares e comprimentos musculares.

A TPF é comumente mensurada em intervalos de tempo subsequentes após o InCM, e estes valores estão apresentados na Figura 3, para FLX (A) e EXT (B), em cada uma das seis posições articulares avaliadas. O ângulo que produziu valores médios mais elevados de TPF em todos os intervalos de tempo foi o de 75° para FLX e de 105° nos EXT. Ainda, parece que os FLX apresentaram valores médios superiores de TPF, comparado aos EXT, em todos os intervalos de tempo, independentemente do ângulo articular.

Figura 2. Relação TPF-A de flexores e extensores do cotovelo

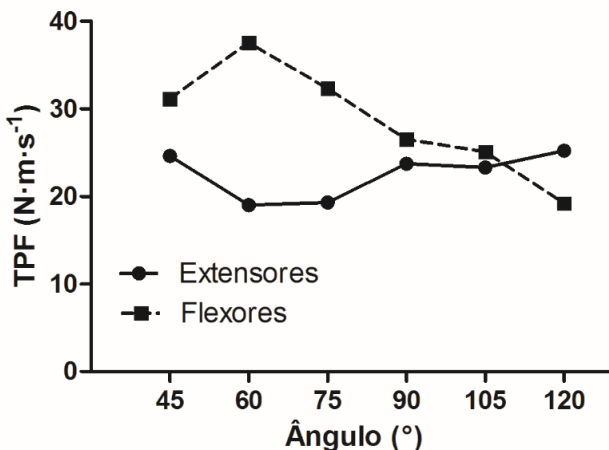
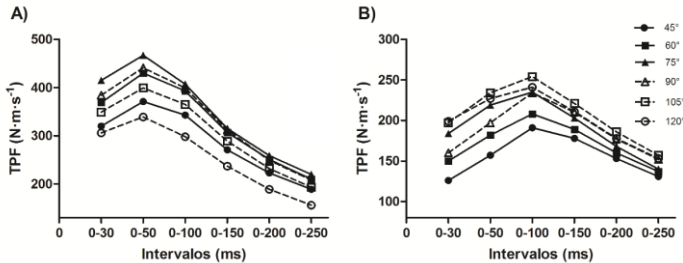


Figura 3. Valores de TPF medida em intervalos de tempo após o InCM nos seis ângulos articulares, para flexores (A) e extensores (B) do cotovelo.



## 2.4 Discussão

O presente estudo teve como objetivo descrever e analisar parâmetros de força de praticantes de JJ, especificamente envolvendo a musculatura do cotovelo. Os FLX do cotovelo apresentaram maiores valores de PT isométrico do que os EXT para a maioria dos ângulos articulares avaliados. Entretanto, PT<sub>CON</sub> foi maior nos EXT em comparação aos FLX, enquanto que não houve diferença entre os grupos musculares no PT<sub>ECC</sub>. Embora o maior PT tenha sido atingido em 75° nos FLX, a posição articular em 60° apresentou a maior TPF, sugerindo que os praticantes de JJ possuam um ângulo articular de cotovelo ótimo para a produção de torque máximo diferente da posição mais favorável para a geração de torque potente. No melhor de nosso conhecimento, este foi o primeiro estudo a explorar a relação T-A e a TPF em praticantes de JJ.

A composição corporal torna-se relevante em atletas de modalidades que são divididas por categorias de peso (RATAMESS, 2011; JONES e LEDFORD, 2012). Especificamente no JJ, aspectos morfológicos podem inclusive determinar o estilo de luta do praticante (BAEZ et al., 2014). Os sujeitos do presente estudo apresentaram IMC de 26,67 kg/m<sup>2</sup>, valor maior que aqueles reportados por Baez et al. (2014) (24,8 kg/m<sup>2</sup>), porem similares aos de Schwartz et al. (2015) (26,44



$\text{kg/m}^2$ ), e ao apresentado pelo grupo experiente de Coswig; Neves; Del Vecchio (2013) ( $26,2 \text{ kg/m}^2$ ). O percentual de gordura corporal (Tabela 1) foi menor que os valores mostrados por Baez et al. (2014) (19,3%) e Schwartz et al. (2015) (16,2%), similar aos de Follmer et al. (2015) (14,59%) e maiores que os apresentados por Andreato et al. (2015b) (13%), Andreato et al. (2012) (10,3%), Del Vecchio et al. (2007) (9,83%) e o grupo avançado de Silva et al. (2015) (7,4%). Portanto, os praticantes de JJ apresentaram valores dentro da média da literatura para variáveis antropométricas, com as diferenças geradas principalmente pelos distintos níveis e períodos de treinamento em comparação aos atletas de outros estudos.

Apesar do fato da FPM ser amplamente avaliada nas investigações com o JJ, diferenças no protocolo de avaliação podem influenciar os resultados obtidos (ROBERTS et al., 2011). De qualquer forma, este estudo encontrou valores absolutos de FPM ligeiramente superiores aos reportados por Andreato et al. (2013) ( $\text{FPM}_{\text{DIR}}$ : 45,9 kgf;  $\text{FPM}_{\text{ESQ}}$ : 44,2 kgf) e próximos aos de Follmer et al. (2015) ( $\text{FPM}_{\text{DIR}}$ : 48,06 kgf;  $\text{FPM}_{\text{ESQ}}$ : 45,53 kgf) e Oliveira et al. (2006) ( $\text{FPM}_{\text{DIR}}$ : 50,27 kgf;  $\text{FPM}_{\text{ESQ}}$ : 47,02 kgf). A normalização dos dados pela massa corporal poderia diminuir as disparidades entre as médias de diferentes indivíduos, porém apenas um estudo (ANDREATO et al., 2011) apresentou os dados de FPM normalizados pela massa corporal, reportando valores menores ( $\text{FPM}_{\text{DIRn}}$ :  $0,53 \text{ kgf}\cdot\text{kg}^{-1}$ ;  $\text{FPM}_{\text{ESQn}}$ :  $0,49 \text{ kgf}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) que aqueles apresentados no presente estudo (Tabela 1).

A aplicação prática das medidas de FPM em atletas de JJ é controversa. O controle da pegada é fundamental para o sucesso no esporte, para atacar e defender (OLIVEIRA et al., 2006; JONES e LEDFORD, 2012). Ainda, a região do antebraço, principalmente recrutada na avaliação de FPM, foi indicada como uma área fatigável em combates de JJ (ANDREATO et al., 2014; ANDREATO et al., 2015a). Entretanto, a FPM não avalia consideráveis demandas físicas de uma luta (SILVA et al., 2014a), tampouco foi capaz de distinguir o nível de força entre praticantes de JJ e indivíduos sedentários (OLIVEIRA et al., 2006). Considerando as afirmações supracitadas, recentes estudos têm buscado a investigação de maiores grupos musculares a fim de avaliar apropriadamente os parâmetros de força de praticantes

de JJ (SILVA et al., 2014b; SILVA et al., 2015; FOLLMER et al., 2015). Neste sentido, este estudo propôs a avaliação dos músculos que envolvem a articulação do cotovelo no intuito de prover informações importantes e confiáveis sobre parâmetros de força de membros superiores. O cotovelo é uma articulação complexa que possui dois eixos de rotação, com as articulações humeroulnar e radioulnar (KULIG; ANDREWS; HAY, 1984). Neste estudo, a flexão e extensão foram os movimentos executados, abrangendo exclusivamente a articulação humeroulnar. Durante os testes isocinéticos os indivíduos mantiveram a posição neutra do antebraço, já que este aspecto poderia alterar os resultados das avaliações (MURRAY; DELP; BUCHANAN, 1995; DOHENY et al., 2008).

Os resultados de  $PT_{CON}$ , apresentados em termos absolutos e normalizados, foram maiores para os EXT em relação aos FLX, enquanto que nenhuma diferença foi apontada para as contrações excêntricas (Tabela 2). A maioria das ações dinâmicas de FLX do cotovelo no JJ envolvem a utilização concomitante do peso corporal, como para puxar o adversário. Já os EXT parecem ser recrutados de forma mais isolada, principalmente quando o praticante esta de costas para o solo, portanto sem o auxílio da massa corporal, e empurra o seu oponente a fim de conseguir espaço para algum movimento técnico ou para se defender. Sugere-se que este maior recrutamento isolado dos EXT do cotovelo justifique os maiores valores encontrados concentricamente nos praticantes de JJ. Embora Callister et al. (1991) e Carpes et al. (2012) não tenham realizado os testes estatísticos para comparar os valores de  $PT_{CON}$ , os resultados foram bastante semelhantes entre FLX e EXT. Conforme esperado, o  $PT_{EXC}$  gerou maiores valores do que o  $PT_{CON}$ , para ambos os grupos musculares. Justifica-se tal achado pela contribuição dos elementos passivos durante as contrações excêntricas, na qual a força produzida é incrementada quando o músculo produz força ao se alongar ativamente (OLIVEIRA et al., 2015). Carpes et al. (2012) investigou sujeitos ativos e o  $PT_{CON}$  na mesma velocidade angular foi similar ao encontrado no presente estudo, tanto para FLX quanto EXT. Em atletas de judô, Callister et al. (1991) também reportaram valores semelhantes ao presente estudo para  $PT_{FLX\_CON}$  e  $PT_{EXT\_CON}$  em  $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ , em termos absolutos e relativos. Em atletas de JJ, Follmer et al.

(2015) reportou dados de PT dinâmico normalizado pela massa corporal, em velocidade angular de  $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ . Comparando os dados do presente estudo com os de Follmer et al. (2015), ambos  $PT_{FLX\_CON}$  e  $PT_{EXT\_CON}$  foram bastante similares, enquanto que nas contrações excêntricas o presente estudo reporta valores superiores para  $PT_{FLX\_EXC}$  e inferiores para  $PT_{EXT\_EXC}$  (Tabela 2). Devido ao fato que praticantes de esporte de agarre necessitam de alto nível de força concêntrica e excêntrica (RATAMES, 2011), os valores de PT dinâmico de FLX e EXT apresentados na presente investigação contribuem para o banco de dados no que se refere aos praticantes de JJ.

A respeito do PT isométrico, atletas de taekwondo e boxe (PEDZICH; MASTALERZ; SADOWSKI, 2012) apresentaram, em comparação aos praticantes de JJ, maiores e similares valores de  $PT_{90}$  para FLX e EXT do cotovelo, respectivamente. Mesmo que estas modalidades (i.e. boxe e taekwondo) não envolvam tantas contrações isométricas (e.g. controle de pegada), o nível dos atletas e a posição do antebraço nas avaliações em dinamômetro (i.e. posição supinada) justificam as diferenças encontradas. Em outro estudo (OBUCHOWICK-FIDELUS et al., 1986), o torque do cotovelo de mulheres judocas foi analisado pela soma dos torques musculares de FLX e EXT na posição de  $90^{\circ}$  (i.e.  $PT_{FLX_{90}} + PT_{EXT_{90}}$ ), tanto em termos absolutos ( $95,72\pm 13,53$  N·m) quanto normalizados pela massa corporal ( $1,64\pm 0,19$  N·m·kg<sup>-1</sup>). Apesar do fato destas mulheres serem esportistas profissionais, um resultado similar do cálculo da mesma variável foi obtido com os dados do presente estudo em  $90^{\circ}$  ( $1,66$  N·m·kg<sup>-1</sup>). Tal fato contrasta com Callister et al. (1991), que verificaram que a normalização de dados de força pela massa corporal magra não eliminava as diferenças entre os gêneros. Outros estudos também aplicaram o método de soma de torques musculares em lutadores de judô, porém envolvendo várias articulações e grupos musculares (JANIAK e KRAWCZYK, 1995; BUSKO e NOWAK, 2008), tornando impraticável a comparação com os dados da presente investigação. Especificamente envolvendo atletas de JJ, os valores reportados por Follmer et al. (2015) de PT em  $45^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$  e  $120^{\circ}$ , para FLX e EXT, foram similares aos encontrados neste estudo. Ao comparar os grupos musculares, os PT isométricos demonstraram diferenças em quatro ângulos, tendo os FLX apresentado maiores

valores que os EXT (PT<sub>45</sub>, PT<sub>60</sub>, PT<sub>75</sub>, e PT<sub>90</sub>), enquanto que apenas PT<sub>105</sub> e PT<sub>120</sub> não demonstraram qualquer diferença. Estes achados podem ser justificados pelas diversas ações isométricas realizadas pelos FLX durante um combate de JJ, principalmente pelo controle da pegada no adversário. Entretanto, indivíduos não praticantes de JJ também apresentaram FLX de cotovelo mais fortes isometricamente que os EXT (MIRKOV et al., 2004; DOHENY et al., 2008), questionando a influência da prática da modalidade nos achados.

Kulig; Andrews; Hay (1984) revisaram as curvas de força de várias articulações do corpo humano. O comportamento ascendente-descendente da curva T-A foi frequentemente relatado, principalmente para os FLX do cotovelo, mas também na maioria dos estudos para os EXT. Os resultados do presente estudo mostraram o mesmo padrão para as relações T-A de FLX (Figura 1A) e EXT (Figura 1B), corroborando com outros estudos que também encontraram a forma de “U” invertido para relação de FLX (LEEDHAM E DOWLING, 1995) e de FLX e EXT (DOHENY et al., 2008; CARPES et al., 2012). Outro aspecto relevante é o conhecimento do ângulo mais favorável para a produção de torque máximo nestas musculaturas. Embora o ângulo ótimo para a produção de força seja descrito em torno de 65° de flexão (PHILIPPOU; KOUTSILIERIS; MARIDAKI, 2012), muitos estudos mensuram a contração voluntária isométrica máxima (CVIM) da articulação do cotovelo na posição de 90° de flexão (JANIAK e KRAWCZYK, 1995; NIMS, 1996; HANSEN et al., 2003; MIRKOV et al., 2004; MELDRUM et al., 2007; PEDZICH; MASTALERZ; SADOWSKI, 2012).

Os FLX do cotovelo geraram o maior valor de PT na posição de 75°, exceto em comparação ao ângulo de 90° (Figura 1A). Analisando os dados dos EXT, a amplitude entre os ângulos de 75° e 120° apresentou valores sem diferenças para o PT, sendo o maior resultado atingido em 105°. Desta forma, o ângulo ótimo de geração de torque em praticantes de JJ foi entre 75° e 90° para os FLX e a região entre 75° e 120° para os EXT do cotovelo. Estes achados estão em acordo com Murray; Buchanan; Delp (2000), que afirmam que o bíceps e o tríceps braquial possuem distintos braços de alavancas, e, como consequência, o tríceps tem o potencial de gerar força próxima à máxima por uma

amplitude maior de posições, enquanto que o bíceps não. Os dados da presente investigação também demonstram haver posições desfavoráveis para a produção de torque, da mesma forma que demonstrado por Doheny et al. (2008). O PT foi significativamente menor em posições nas quais o músculo estava mais encurtado (i.e., em 120° para FLX e 45° para EXT), bem como nenhum indivíduo atingiu o PT nestas posições, representado na Tabela 4. Tais dados reforçam a importância de treinar a força da musculatura do cotovelo de praticantes de JJ em comprimentos musculares menores (i.e. FLX em posições mais flexionadas e EXT em posições mais estendidas do cotovelo). Como alternativa, sugere-se a implementação de exercícios com bandas elásticas, tendo em vista que estas promovem maior resistência a medida em que são alongadas.

Foi previamente documentado que o comando antes de uma contração explosiva pode gerar diferentes resultados na TPF, tendo o comando “o mais rápido possível” gerado valores superiores àqueles que seguiram o comando “o mais rápido e forte possível” (SAHALY et al., 2001). Entretanto, os valores gerados pelos dois comandos apresentaram larga correlação entre si. No presente estudo foi adotado o comando “o mais rápido e forte possível”, pelo fato deste ser amplamente utilizado nas investigações sobre a TPF (HAFF et al., 1997; AAGAARD et al., 2002; ANDERSEN E AAGAARD, 2006; PHILIPPOU; KOUTSILIERIS; MARIDAKI, 2012; OLIVEIRA et al., 2015). Ainda, a TPF pode ser mensurada tanto como a máxima inclinação da curva força-tempo (HAFF et al., 1997), ou a inclinação após um intervalo após o InCM (AAGAARD et al., 2002; ANDERSEN E AAGAARD, 2006). Além disto, a TPF pode ser expressa por unidade de força da musculatura avaliada (SAHALY et al., 2001), normalizado pela massa corporal (ANDERSEN E AAGAARD, 2006), ou pelo valor da CVIM (SAHALY et al., 2001; AAGAARD et al., 2002; MIRKOV et al. 2004; OLIVEIRA et al., 2015). Portanto é necessária uma padronização dos procedimentos de medida e apresentação dos dados de TPF, uma vez que a execução do movimento rápido para força máxima pode requisitar mais a prática do avaliado com a tarefa do que a força máxima propriamente dita (MIRKOV et al., 2004).

Philippou; Koutsilieris; Maridaki (2012) observaram que estudos prévios haviam investigado a TPF apenas em uma posição articular, carecendo de investigação sobre seu comportamento quando obtida em diversos ângulos articulares. O presente estudo incluiu a análise da produção de torque em diferentes ângulos articulares (relação TPF-A), adotando o critério de Philippou; Koutsilieris; Maridaki (2012) para determinar a TPF (valor do PT dividido pelo tempo para atingi-lo, apresentado em  $N \cdot m \cdot s^{-1}$ ). Estes autores reportaram maiores valores de TPF nas posições mais alongadas da musculatura, sem diferença significativa nos valores de TPF entre os ângulos. Comportamento semelhante foi encontrado nos dados apresentados pela musculatura flexora do cotovelo no presente estudo, contudo não foram realizados testes estatísticos para verificar as diferenças. Embora o ângulo ótimo para a produção de torque tenha sido reportado em  $75^\circ$  para os FLX, esta posição não foi a mais propícia para a geração rápida de torque. O ângulo de  $60^\circ$  produziu a maior TPF, gerando maior valor do que na posição do PT. Parece que cada músculo flexor do cotovelo apresenta um próprio comprimento ótimo para a produção de torque máximo (LEEDHAM e DOWLING, 1995), e diferente proporção de tipos de fibras (JOHNSON et al., 1973), podendo justificar esta discrepância entre produção de torque máximo ou potente nos diferentes ângulos articulares avaliados no presente estudo. Ainda, a prática do JJ pode ter influenciado nos resultados, tendo em vista que ações de força máxima e potentes são realizadas, não necessariamente nas mesmas posições ou situações durante um combate.

No melhor de nosso conhecimento, apenas Mirkov et al. (2004) mensuraram a TPF em EXT do cotovelo, porém sem a investigação da relação TPF-A. O comportamento da curva dos EXT é apresentado na Figura 2, e sugere que a TPF seja levemente maior quando o músculo se encontra alongado. Entretanto, a relação TPF-A foi mais retilínea para os EXT do que nos FLX, apresentando valores semelhantes independentemente da posição articular. Mesmo a posição de  $45^\circ$  para os EXT, apontada como a mais desfavorável para a produção de torque (Figura 1B), demonstrou uma capacidade similar aos outros ângulos de desenvolver torque rapidamente. Parece que as diferentes capacidades de geração de força em

determinadas amplitudes do bíceps e tríceps braquial (MURRAY; BUCHANAN; DELP, 2000), podem também justificar as diferenças no comportamento da relação TPF-A de ambos os grupos musculares. Portanto, fica claro que o comportamento desta relação ainda carece de mais estudos. Apenas Philippou; Koutsilieris; Maridaki (2012) verificaram que o exercício excêntrico foi capaz de modificar a relação TPF-A de FLX do cotovelo, prejudicando a produção rápida de torque em até quatro dias após o protocolo de dano, sendo este prejuízo proporcional em todos os ângulos articulares avaliados. Constatou-se, portanto, a independência do ângulo articular na capacidade de produção rápida de torque. De forma semelhante, a ativação elétrica muscular, mensurada pela eletromiografia (EMG) de superfície, em diferentes ângulos articulares (relação EMG-A), não demonstrou qualquer diferença entre os valores encontrados para o bíceps e tríceps braquial (LEEDHAM e DOWLING, 1995). Porém, ressalta-se a grande variância associada a este tipo de medida (i.e., EMG), o que poderia comprometer qualquer análise, conforme apontado por Andersen e Aagaard (2006).

Outro método adotado pelo presente estudo foi a mensuração da TPF em sucessivos intervalos após o InCM, amplamente investigado em membros inferiores (AAGAARD et al., 2002; ANDERSEN E AAGAARD, 2006; OLIVEIRA et al., 2015). A Figura 3 dispõe a TPF nos sucessivos intervalos após o InCM, nos seis ângulos articulares avaliados, para FLX (A) e EXT (B) do cotovelo. Apenas um estudo avaliou desta maneira a TPF em FLX de cotovelo, e demonstrou que o treinamento de força aumentou os valores em todos os intervalos medidos, em adultos e idosos (BARRY; WARMAN; CARSON, 2005). Quando mensurado em um único intervalo (0-100 ms), Mirkov et al. (2004) encontraram valores superiores nos FLX em comparação aos EXT, achado semelhante ao presente estudo. Todavia, as avaliações desempenhadas em membros inferiores forneceram comportamentos similares, com maiores valores de TPF nos intervalos de 0-50 e 0-100 ms, seguidos por um decréscimo nos valores até o intervalo de 0-250 ms (AAGAARD et al., 2002; ANDERSEN e AAGAARD, 2006; OLIVEIRA et al., 2015). A curva TPF-A dos FLX do cotovelo (Figura 3A) demonstra valores superiores de TPF no intervalo de 0-50 ms, similar ao estudo de Barry; Warman; Carson (2005), também em

FLX do cotovelo e ao de Aagaard et al. (2002) para o quadríceps. Entretanto, Oliveira et al. (2015) observaram os maiores valores de TPF no quadríceps no intervalo de 0-100 ms, reproduzindo o mesmo comportamento apresentado pelos EXT do cotovelo dos praticantes de JJ do presente estudo. Portanto, parece que FLX e EXT demonstraram diferentes comportamentos de TPF quando mensurada em intervalos sucessivos de tempo após o InCM. Estas diferenças podem ser justificadas pela maior proporção de fibras rápidas encontradas por Johnson et al. (1973) nos FLX do cotovelo, como o bíceps braquial e o braquiorradial. Entretanto, Aagaard et al. (2002) e Oliveira et al. (2015) mensuraram o mesmo grupo muscular (i.e. extensores do joelho) e encontraram comportamentos distintos na fase inicial da TPF, reforçando o argumento que a execução de força rápida requer prática dos indivíduos (MIRKOV et al., 2004).

O ângulo que produziu os maiores valores de TPF em todos intervalos de tempo foi o mesmo no qual o PT foi atingido (75° para FLX e 105° para EXT). Sendo assim, parece que tanto a fase inicial (0-100 ms) quanto a tardia (de 0-150 a 0-250ms) da TPF estão relacionadas com o PT atingido, o que está de acordo com investigações prévias que verificaram a influência do treinamento de força na fase inicial (OLIVEIRA et al., 2015) e em todos intervalos da TPF (AAGAARD et al., 2002; BARRY; WARMAN; CARSON, 2005). Adicionalmente, Andersen e Aagaard (2006) concluíram que o coeficiente de correlação entre a TPF e o PT aumentava principalmente após o intervalo de 0-90 ms. Portanto, tendo em vista a relevância das investigações acerca da TPF em desportistas que utilizam a força potente em suas modalidades (HAFF et al., 1997; ANDERSEN E AAGAARD, 2006; CORVINO et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2015), todos os resultados obtidos do presente estudo encorpam a base de dados da TPF em modalidades de esportes de combate, especialmente no JJ.

## **2.5 Conclusão**

Sendo o JJ um esporte de combate que requer força muscular e ações de força potente, especulou-se que a sua prática poderia influenciar nos valores de PT, relação T-A e na TPF. Os FLX do cotovelo apresentaram maior PT isométrico que os EXT



na maioria dos ângulos articulares, provavelmente devido as ações de controle de pegada. Entretanto, o  $PT_{CON}$  foi maior para os EXT em comparação aos FLX, justificado pelas frequentes ações isoladas dos EXT, como para empurrar o adversário. Os ângulos articulares de  $105^\circ$  e de  $75^\circ$  apresentaram os maiores valores de PT em EXT e FLX, respectivamente. Contudo, o ângulo de  $60^\circ$  foi o que apresentou a maior TPF para os FLX, sugerindo haver um ângulo para a produção de torque máximo diferente da posição mais favorável para a geração rápida de torque. Como limitação, ressalta-se que os músculos avaliados são biarticulares, enquanto que as avaliações do presente estudo foram realizadas com o ombro sempre na mesma posição, podendo assim comprometer a transferência direta dos achados para situações reais. Este foi o primeiro estudo a apresentar dados de parâmetros de força especificamente com praticantes de JJ, representando valiosa contribuição ao banco de dados científico desta população, estimulando estudos futuros que envolvam parâmetros de força em atletas de esportes de combate.

## 2.6 Referências

AAGAARD, P.; SIMONSEN, E.B.; ANDERSEN, J.L.; MAGNUSSON, P.; DYHRE-POULSEN, P. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. **Journal of Applied Physiology**. v.93, p.1318–1326, 2002.

AMTMANN, J.; BERRY, S. Strength and conditioning for reality fighting. **National Strength and Conditioning Association**. v.25, n.2, p.67-72, 2003.

ANDERSEN, L.L.; AAGARD, P. Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development. **European Journal of Applied Physiology**. v.96, p.46-52, 2006.

ANDREATO, L.V.; DE MORAES, S.M.; GOMES, T.L.M.; ESTEVES, J.V.; ANDREATO, T.V.; FRANCHINI, E. Estimated

aerobic power, muscular strength and flexibility in elite Brazilian jiu jitsu athletes. **Science and Sports** v.26, n.6, p.329-337, 2011.

ANDREATO, L.V.; FRANCHINI, E.; DE MORAES, S.M.; ESTEVES, J.V.; PASTORIO, J.J.; ANDREATO T.V, et al. Perfil morfológico de atletas de elite de brazilian jiu jitsu. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.18, n.1, p.46-50, 2012.

ANDREATO, L.V.; FRANCHINI, E.; DE MORAES, S.M.; PASTÓRIO, J.J.; DA SILVA, D.F.; ESTEVES, J.V. et al. Physiological and technical-tactical analysis in Brazilian jiu-jitsu competition. **Asian Journal of Sports Medicine**. v.4, n.2, p.137-143, 2013.

ANDREATO, L.V.; MORAES, S.M.F.; ESTEVES, J.V.D.C.; MIRANDA, M.L.; PASTORIO, J.J.; PASTORIO, E.J. et al. Psychological, physiological, performance and perceptive responses to brazilian jiu jitsu combats. **Kinesiology**. v.46, n.1, p.44-52, 2014.

ANDREATO, L.V.; JULIO, U.F.; PANISSA, V.L.G.; ESTEVES, J.V.D.C.; HARDT, F.; DE MORAES, S.M.F. et al. Brazilian jiu jitsu simulated competition part II: Physical performance, time-motion, technical-tactical analyses, and perceptual responses. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.29, n.7, p.2015-2025, 2015a.

\_\_\_\_\_. Brazilian jiu jitsu simulated competition part I: Metabolic, hormonal, cellular damage, and heart rate responses. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.29, n.9, p.2538–2549, 2015b.

BAEZ, E.; FRANCHINI, E.; RAMIREZ-CAMPILLO, R.; HERRERA, T.; BURGOS, C.; OLGUIN, C.H. Anthropometric Characteristics of Top-Class Brazilian Jiu Jitsu Athletes: Role of Fighting Style. **International Journal of Morphology**. v.32, n.3, p.1043-1050, 2014.

BARRY, B.K.; WARMAN, G.E.; CARSON, R.G. Age related differences in rapid muscle activation after rate of force

development training of the elbow flexors. **Experimental Brain Research**. v.162, p.122-132, 2005.

BROWN, L.E.; WHITEHURST, M.; FINDLEY, B.W. Reliability of rate of velocity development and phase measures on an isokinetic device. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.19, n.1, p.189-192, 2005.

BUSKO, K.; NOWAK, A. Changes of the maximal muscle torque and maximal power output of lower extremities in male judoist during training. **Human Movement** v.9, n.2, p.111-115, 2008.

CALLISTER, R.; CALLISTER, R.J.; STARON, R.S.; FLECK, S.J.; TESCH, P.; DUDLEY, G.A. Physiological Characteristics of Elite judo athletes. **International Journal of Sports Medicine**. v.12, n.2, p.196-203, 1991.

CARPES, F.; GEREMIA, J.M.; KAROLCZAK, A.P.B.; DIEFENTHAELER, F.; VAZ, M.A. Preference and torque asymmetry for elbow joint. **Motriz**. v.18, n.2, p.319-326, 2012.

CORVINO, R.B.; CAPUTO, F.; OLIVEIRA, A.C.; GRECO, C.C.; DENADAI, B.S. Taxa de desenvolvimento de força em diferentes velocidades de contrações musculares. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v.15, n.6, p.428-431, 2009.

COSWIG, V.S.; NEVES, A.H.S.; DEL VECCHIO, F.B. Efeitos do tempo de prática nos parâmetros bioquímicos, hormonais e hematológicos de praticantes de jiu-jitsu brasileiro. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**. v.6, n.1, p.17-23, 2013.

DEL VECCHIO F.B.; BIANCHI S.; HIRATA S.M.; CHACON-MIKAHILI M.P.T. Análise morfo-funcional de praticantes de Brazilian jiu-jitsu e estudo da temporalidade e da quantificação das ações motoras na modalidade. **Movimento e Percepção**, v.5, n.4, p. 263-281, 2007.

DIAZ-LARA, F.J.; GARCIA, J.M.G.; MONTEIRO, L.F.; ABIAN-VICEN, J. Body composition, isometric hand grip and explosive strength leg – similarities and differences between

novices and experts in an international competition of Brazilian jiu jitsu. **Archives of Budo**. v.10, p.211-217, 2014.

DOHENY, E.P.; LOWERY, M.M.; FITZPATRICK, D.P.; O'MALLEY, M.J.O. Effect of elbow joint elbow angle on force-EMG relationships in human elbow flexor and extensor muscles. **Journal of Electromyography and Kinesiology**. v.18, p.760-770, 2008.

FOLLMER, B.; DELLAGRANA, R.A.; FRANCHINI, E.; DIEFENTHAELER, F. Relationship of kimono grip strength tests with isokinetic parameters in jiu-jitsu athletes. **Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance**. v.17, n.5, p.575-582, 2015.

HAFF, G.G.; STONE, M.; O'BRYANT, H.S.; HARMAN, E.; DINAN, C.; JOHNSON, R. et al. Force-time dependent characteristics of dynamic and isometric muscle actions. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.11, n.4, p.269-272, 1997.

HANSEN, E.A.; LEE, H.D.; BARRETT, K.; HERZOG, W. The shape of the force–elbow angle relationship for maximal voluntary contractions and sub-maximal electrically induced contractions in human elbow flexors. **Journal of Biomechanics**. v.36, p.1713-1718, 2003.

HERZOG, W.; GUIMARAES, A.C.; ANTON, M.G.; CARTER-ERDMAN, K.A. Moment-length relations of rectus femoris muscles of speed skaters/cyclists and runners. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v.23, n.11, p.1289-1296, 1991.

JANIAK, J.; KRAWCZYK, B. Relationship between muscle force and total or lean body mass in highly experienced combat athletes. **Biology of Sport**. v.12, n.2, p.107-111, 1995.

JOHNSON, M.A.; POLGAR, D.; WEIGHTMAN, D.; APPLETON, D. Data on the distribution of fibre types in thirty-six human muscles: An autopsy study. **Journal of the neurological Sciences**. v.18, p.111-129, 1973.

JONES, N.B.; LEDFORD, E. Strength and Conditioning for Brazilian Jiu-jitsu. **Strength & Conditioning Journal**; v.34, n.2, p.60-69, 2012.

KREISWIRTH, E.M.; MYER, G.D.; RAUH, M.J. Incidence of Injury among male Brazilian Jiu Jitsu Fighters at the World Jiu-Jitsu No-Gi Championship 2009. **Journal of Athletic Training**. v.1, n.49, p.89-94, 2014.

KULIG, K.; ANDREWS, J.G.; HAY, J.G. Human Strength Curves. **Exercise and Sports Science Reviews**. v.12, p.417-466, 1984.

LEEDHAM, J.S.; DOWLING, J.J. Force-length, torque-angle and EMG-joint angle relationships of the human in vivo biceps brachii. **European Journal of Applied Physiology**. v.70, p.421-426, 1995.

MELDRUM, D.; CAHALANE, E.; CONROY, R.; FITZGERALD, D.; HARDIMAN, O. Maximum voluntary isometric contraction: reference values and clinical application. **Amyotrophic Lateral Sclerosis**. v.8, p.47-55, 2007.

MIRKOV, D.M.; NEDELJKOVIC, A.; MILANOVIC, S.; JARIC, S. Muscle strength testing: evaluation of tests of explosive force production. **European Journal of Applied Physiology**. v.91, p.147-154, 2004.

MURRAY, W.M.; DELP, S.L.; BUCHANAN, T.S. Variation of muscle moment arms with elbow and forearm position. **Journal of Biomechanics**. v.28, n.5, p.513-525, 1995.

MURRAY, W.M.; BUCHANAN, T.S.; DELP, S.L. The isometric functional capacity of muscles that cross the elbow. **Journal of Biomechanics**. v.33, p.943-952, 2000.

NATIONAL ISOMETRIC MUSCLE STRENGTH (NIMS) Database Consortium. Muscular weakness assessment: use of normal isometric strength data. **Arch Phys Med Rehabil**. v. 77, p.1251-5, 1996.

OBUCHOWICK-FIDELUS, B.; MARCHOCKA, M.; MAJLE, B.; DABROWSKA, A.; WOJCZUK, J.; FURDAL, S. et al. Anthropometric, strength and power characteristics of female kayak and judo athletes. **Biology of Sport**. v.3, n.1, p.5-17, 1986.

OLIVEIRA, M.; MOREIRA, D.; GODOY, J.R.P.; CAMBRAIA, A.N. Avaliação da força de preensão palmar em atletas de jiu-jitsu de nível competitivo. **Revista Brasileira Ciência e Movimento**. v.14, n.3, p.63-70, 2006.

OLIVEIRA, A.S.; CORVINO, R.B.; CAPUTO, F.; AAGAARD, P.; DENADAI, B.S. Effects of fast-velocity eccentric resistance training on early and late rate of force development. **European Journal of Sport Science**. v.19, p.1-7, 2015

PEDZICH, W.; MASTALERZ, A.; SADOWSKI, J. Estimation of muscle torque in various combat sports. **Acta of Bioengineering and Biomechanics**. v.14, n.4, p.107-112, 2012.

PHILIPPOU, A.; BOGDANIS, G.C.; NEVILL, A.M.; MARIDAKI, M. Changes in the angle-force curve of human elbow flexors following eccentric and isometric exercise. **European Journal of Applied Physiology**. v.93, p.237-244, 2004.

PHILIPPOU, A.; KOUTSILIERIS, M.; MARIDAKI, M. Changes in kinematic variables at various muscle lengths of human elbow flexors following eccentric exercise. **Journal of Muscle Research and Cell Motility**. v.33, p.167-175, 2012.

POLLOCK, M.L.; JACKSON, A.S. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal of Nutrition**, v.40, p.497-504, 1978.

RATAMESS, N.A. Strength and conditioning for grappling sports. **National Strength and Conditioning Association**. v.33, n.6, p.18-24, 2011.

ROBERTS, H.C.; DENISON, H.J.; MARTIN, H.J.; PATEL, H.P.; CYRUS, H.S.; COOPER, C.; SAYER, A.A. A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: towards a standardized approach. **Age and Ageing**, v.40, p.423-429, 2011.

SAHALY, R.; VANDEWALLE, H.; DRISS, T.; MONOD, H. Maximal voluntary force and rate of force development in humans – importance of instruction. **European Journal of Applied Physiology**. v.85, p.345-350, 2001.

SCHWARTZ, J.; TAKITO, M.Y.; DEL VECCHIO, F.B.; ANTONIETTI, L.S.; FRANCHINI, E. Health-related physical fitness in martial arts and combat sports practitioners. **Sport Science for Health**. v.11, p.171-180, 2015.

SCOGGIN III, J.F.; BRUSOVANIK G.; IZUKA, B.H.; VAN RILLAND, E.Z.; GELING, O.; TOKUMURA, S. Assessment of injuries during Brazilian Jiu Jitsu competition. **Orthopaedic Journal of Sports Medicine**. v.2, p.1-7, 2014.

SILVA, B.V.C.; JUNIOR, M.M; SIMIM, M.A.M.; FRANCHINI, E.; MOTA, G.R. Performance in kimono grip strength tests among Brazilian Jiu Jitsu practitioners from different levels. **Journal of Combat Sports and Martial Arts**. v.5, n.1, p.11-15, 2014a.

SILVA, B.V.C.; IDE, B.N.; SIMIM, M.A.M.; MAROCOLO, M.; MOTA, G.R. Neuromuscular responses to simulated Brazilian jiu jitsu fights. **Journal of Human Kinetics**. v.44, p.249-257, 2014b.

SILVA, B.V.C.; SIMIM, M.A.M.; MAROCOLO, M.; FRANCHINI, E.; MOTA, G.R. Optimal load for the peak power and maximal strength of the upper body in Brazilian jiu jitsu athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.29, n.6, p.1616-1621, 2015.

### CAPITULO III

#### <sup>1</sup> RELAÇÃO ENTRE TESTES DE RESISTÊNCIA DE FORÇA COM O KIMONO COM PARÂMETROS ISOCINÉTICOS EM ATLETAS DE JIU JITSU

Bruno Follmer<sup>1</sup>; Rodolfo André Dellagrana<sup>1</sup>, Emerson Franchini<sup>2</sup>, Fernando Diefenthaler<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Desportos, Laboratório de Biomecânica. Florianópolis, SC. Brasil.

<sup>2</sup>Universidade de São Paulo. Escola de Educação Física e Esporte. Departamento de Esporte. São Paulo, SP. Brasil.

#### Resumo

O objetivo do presente estudo foi correlacionar dois testes de força (*Kimono Grip Strength Tests* - KGST) com parâmetros isocinéticos de flexores e extensores do cotovelo em atletas de Jiu Jitsu (JJ). Quinze praticantes do sexo masculino, faixa azul à preta, participaram do estudo. Os dois KGST foram: máximo tempo de sustentação (MTS), e o máximo número de repetições (MNR), ambos com a pegada no *kimono* enrolado em uma barra fixa. O protocolo isocinético consistiu em 3 séries de 5 s de contração voluntária isométrica máxima (CVIM) para flexores e extensores do cotovelo, em 3 ângulos articulares (45, 90 e 120°), e 2 séries de 5 contrações dinâmicas no modo concêntrico-excêntrico a 60°·s<sup>-1</sup>, para determinação do pico de torque (PT). Os valores absolutos do MTS e MNR foram 41,4 ± 16,2 s e 10 ± 5 repetições, respectivamente, e apresentaram uma correlação quase perfeita (r=0.91; p<0.001). Correlações significativas foram encontradas entre MNR e PT durante a CVIM de flexores a 45° e 90°, extensores a 120° e em contrações concêntricas e excêntricas para flexores e extensores. Portanto, os KGST foram altamente correlacionados com parâmetros isocinéticos, e com correlação quase perfeita entre si, concluindo que apenas um dos testes pode ser utilizado para avaliar força em atletas de JJ. O teste MNR parece apresentar maiores correlações quando

---

<sup>1</sup>Este artigo foi publicado na Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano, volume 17, número 5, páginas 575-582, 2015.



comparado ao MTS e fornecer informações significantes sobre força muscular em atletas de JJ.

**Palavras-chave:** Artes marciais; Dinamômetro de força muscular; Esportes.

### **Abstract**

The aim of the present study was to correlate two specific kimono grip strength tests (KGST) with elbow flexors and extensors isokinetic parameters in Jiu Jitsu (JJ) athletes. Fifteen male JJ athletes, from blue to black belt, participated in the study. The two KGST were: maximum static lift (MSL), and maximum number of repetitions (MNR), both gripping a kimono wrapped around a bar. Isokinetic tests consisted of three sets of 5 s elbow flexion-extension maximum voluntary isometric contraction (MVIC) in three different elbow angles (45, 90 and 120°), and two sets of five concentric-eccentric elbow flexion-extension maximum dynamic contractions at  $60^{\circ}\cdot s^{-1}$ , to determine peak torque (PT). Absolute values of MSL and MNR were  $41.4 \pm 16.2$  s and  $10 \pm 5$  reps, respectively, and tests presented a nearly perfect correlation among them ( $r=0.91$ ;  $p<0.001$ ). Significant correlations were reported between MNR and PT during MVIC for elbow flexors at 45° and 90°, elbow extensors at 120°, and during concentric and eccentric dynamic contractions for both flexors and extensors. Therefore, KGST were highly correlated with isokinetic parameters, and were nearly perfect correlated among them, supporting that one of the tests could be chosen to evaluate strength in JJ athletes. The MNR test presented apparently higher levels of relation than MSL, and provided significant information about muscle strength endurance in JJ athletes.

**Keywords:** Martial Arts; Muscle Strength Dynamometer, Sports.

### **3.1 Introdução:**

O Jiu Jitsu (JJ) é um esporte de combate no qual diversas capacidades físicas são necessárias para obter-se sucesso

na competição. A resistência de força dinâmica e isométrica de membros superiores é fundamental a fim de executar importantes ações técnicas, como a disputa de pegada (ANDREATO et al., 2011; JONES e LEDFORD, 2012), o que permite o controle do oponente durante ataques e defesas (OLIVEIRA et al., 2006; SILVA et al., 2012a). Portanto, altos níveis de força muscular são requisitados aos atletas de JJ (DEL VECCHIO et al., 2007), pois esta capacidade é considerada determinante para o sucesso no esporte (ANDREATO et al., 2011; JONES e LEDFORD, 2012; SILVA et al., 2014a).

Desta forma, a avaliação da força muscular de membros superiores parece ser uma boa estratégia para prever o desempenho de um atleta. Neste sentido, a avaliação com dinamometria isocinética, que reconhecidamente provêm dados confiáveis e reprodutíveis (BROWN; WHITEHURST; FINDLEY, 2005), tem sido utilizada como método para medir o desempenho (e.g. pico de torque – PT) de membros superiores em esportes de combate como o judô (JANIAK e KRAWCZYK, 1995; BUSKO e NOWAK, 2008), boxe (JANIAK e KRAWCZYK, 1995; PEDZICH; MASTALERZ; SADOWSKI, 2012) e taekwondo (PEDZICH; MASTALERZ; SADOWSKI, 2012). Entretanto, a medida mais utilizada para mensurar a força muscular em atletas de JJ é a força de preensão manual (FPM) (OLIVEIRA et al., 2006; ANDREATO et al., 2011; ANDREATO et al., 2013). Conforme reportado anteriormente (FRANCHINI et al., 2004; SILVA et al., 2014a), a FPM não representa significativas demandas de força durante um combate. Ainda mais, o protocolo de avaliação pode influenciar nos valores registrados (ROBERTS et al., 2011).

Como uma alternativa para avaliar a força de membros superiores em judocas, dois testes específicos foram propostos, os *Kimono Grip Strength Tests* (KGST) (FRANCHINI et al., 2004; FRANCHINI et al., 2011). O KGST é composto por dois testes: o máximo tempo de sustentação (MTS) e o máximo número de repetições (MNR). Ambos os testes têm sido utilizados para verificar componentes físicos que determinam a habilidade de manutenção da pegada (i.e. resistência de força isométrica e dinâmica) (FRANCHINI et al., 2011). Recentemente, os resultados provenientes dos KGST discriminaram, com sucesso,

os diferentes níveis competitivos de atletas de JJ (SILVA et al., 2012b; SILVA et al., 2014a; SILVA et al., 2014b). Adicionalmente, estes testes apresentaram alta confiabilidade (SILVA et al., 2012b).

No melhor de nosso conhecimento, apenas um estudo demonstrou moderadas correlações entre KGST e outros testes de força, e foi conduzido em judocas (FRANCHINI et al., 2004). No entanto, MNR e MTS não foram correlacionados com um teste confiável e reprodutível para mensurar a força muscular, como a dinamometria isocinética (BROWN; WHITEHURST; FINDLEY, 2005). Ainda mais, os KGST são mais acessíveis que dinamômetros (FRANCHINI et al., 2004), e a correlação entre os testes práticos e um reconhecido instrumento de avaliação poderia gerar a consolidação destes testes de campo na mensuração da força muscular em atletas de JJ. Portanto, o objetivo do presente estudo foi verificar a correlação entre os KGST com parâmetros provenientes de dinamometria isocinética de flexores e extensores do cotovelo de atletas de JJ.

## **3.2 Procedimentos metodológicos**

### *3.2.1 Sujeitos*

Quinze atletas de JJ, do sexo masculino, graduados da faixa azul à preta, participaram do estudo. Os atletas tinham  $26,5 \pm 4,5$  anos de idade, com frequência de treinamento de  $5 \pm 1$  vezes por semana por 14,9 meses ininterruptos. A seleção da amostra foi intencional, baseada nos seguintes critérios: (1) sujeitos entre 18 a 40 anos de idade, e (2) praticando o JJ por, pelo menos, um ano, com a frequência semanal mínima de três sessões por dois meses ininterruptos. Os sujeitos que apresentassem qualquer lesão que pudesse comprometer os resultados das avaliações ou que estivessem consumindo qualquer substância anabólica sintética seriam excluídos da pesquisa. Os participantes foram instruídos a evitar esforço físico de membros superiores e o consumo de álcool e café nas 24h precedentes à coleta dos dados. Todos os voluntários assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, concordando com os termos do estudo, o qual foi aprovado pelo Comitê de Ética e

Pesquisa com Seres Humanos da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC (protocolo 38774514.4.0000.0118).

### *3.2.2 Composição corporal e Força de Preensão Manual*

A massa corporal foi mensurada por uma balança (SOEHNLE, Murrhardt, Alemanha) com 0,1 Kg de resolução e um estadiômetro (SANNY, São Paulo, Brasil), com 0,1cm de resolução, foi utilizado para verificar a estatura. A gordura corporal foi indiretamente determinada pela espessura de dobras cutâneas (subescapular, tricipital, peitoral, axilar média, abdominal, supra-ílica e coxa) utilizando um Plicômetro (CESCORF, Porto Alegre, Brasil), com pressão constante de  $10\text{g/mm}^2$  e resolução de 1mm. A densidade corporal foi determinada pelo protocolo de sete dobras de Pollock e Jackson (1978) e o percentual de gordura obtido pela equação de Siri (1961). A FPM foi mensurada por um dinamômetro hidráulico de mão (SAEHAN<sup>TM</sup> Corporation, Masan, Coréia do Sul), o qual foi ajustado de acordo com o tamanho da mão dos indivíduos (ANDREATO et al., 2011). Foram realizadas três tentativas não sequenciais para cada mão, e o maior valor obtido foi considerado como a FPM (ANDREATO et al., 2011).

### *3.2.3 Avaliação isocinética*

Após os procedimentos de aquecimento e familiarização, os protocolos da avaliação isocinética foram desempenhados utilizando um dinamômetro isocinético (Biodex System 4 Pro, Biodex Medical Systems, Shirley, Nova Iorque, EUA) e um banco Scott. Os indivíduos permaneceram sentados próximos ao dinamômetro, com o ombro flexionado em  $40^\circ$  devido ao posicionamento do banco Scott. O eixo de rotação da articulação do cotovelo foi alinhado ao eixo de rotação do dinamômetro. Os sujeitos permaneceram com o antebraço em posição neutra durante todos os procedimentos (MURRAY; DELP; BUCHANAN, 1995). A avaliação isométrica consistiu em 3 séries de 5 s de contração voluntária isométrica máxima (CVIM) de flexores e extensores do cotovelo, com 10s de intervalo entre elas (WELSCH et al., 1998), em 3 diferentes ângulos articulares ( $45^\circ$ ,  $90^\circ$  e  $120^\circ$ ), em ordem randomizada. Em seguida, 2 séries de 5 contrações a  $60^\circ\cdot\text{s}^{-1}$  no modo concêntrico/excêntrico,

primeiramente para flexores e depois para extensores do cotovelo, foram realizadas a fim de determinar o PT. Com o objetivo de evitar a fadiga muscular, foi respeitado um intervalo de dois minutos entre cada série de contração, tanto no protocolo isométrico quanto no dinâmico (PEDZICH; MASTALERZ; SADOWSKI, 2012).

#### 3.2.4 *Kimono Grip Strength Tests (KGST)*

Em uma outra oportunidade, após a realização de aquecimento geral e específico anteriormente descritos (FRANCHINI et al., 2011; SILVA et al., 2014a; SILVA et al., 2014b), os atletas realizaram os dois KGST (MTS e MNR), ambos com a pegada no *kimono* enrolado em uma barra. Primeiramente realizou-se o MTS, definido como o tempo em que o sujeito é capaz de sustentar a própria massa corporal na posição de máxima flexão do cotovelo (FRANCHINI et al., 2011; SILVA et al., 2014a). Após 15 minutos de intervalo, os participantes desempenharam o MNR, que consistiu em realizar o maior número de repetições partindo da máxima extensão do cotovelo à máxima flexão, utilizando a mesma pegada aplicada no MTS (FRANCHINI et al., 2011; SILVA et al., 2014a).

#### 3.2.5 *Análise Estatística*

Toda análise estatística foi realizada no software SPSS 17.0. A normalidade dos dados foi verificada e confirmada pelo teste de Shapiro-Wilk. Os resultados serão apresentados em média e desvio padrão (DP). As correlações entre os KGST e os parâmetros isocinéticos foram obtidas pelo teste de Pearson, e utilizou-se a escala de Hopkins (2015) para classifica-las. O nível de significância foi estipulado em 0,05.

### 3.3 Resultados:

Os dados descritivos de composição corporal e de FPM são apresentados na Tabela 1. Valores absolutos do MTS e MNR foram  $41,4 \pm 16,2s$  e  $10 \pm 5$  reps, respectivamente, e os testes apresentaram uma correlação quase perfeita entre eles ( $r=0,91$ ;  $p<0,001$ ).

Tabela 1. Média e desvio padrão (DP) dos valores antropométricos e de FPM dos atletas de JJ (n=15).

	Média ± DP
Massa corporal (kg)	82,18 ± 11,92
Estatura (cm)	175,83 ± 7,20
Gordura corporal (%)	14,59 ± 5,58
FPM <sub>DIR</sub> (kgf)	48,06 ± 5,70
FPM <sub>ESQ</sub> (kgf)	45,53 ± 7,86

FPM<sub>DIR</sub> = força de prensão manual direita; FPM<sub>ESQ</sub> = força de prensão manual esquerda

A Tabela 2 apresenta os dados de PT dos flexores e extensores do cotovelo normalizados pela massa corporal, durante contrações isométricas e dinâmicas.

Tabela 2. Média e desvio padrão (DP) dos valores normalizados de PT durante as contrações isométricas (45, 90 e 120°) e dinâmicas dos atletas de JJ (n=15).

	Flexores	Extensores
PT <sub>45°</sub> (N·m·kg <sup>-1</sup> )	0,77 ± 0,12	0,63 ± 0,10
PT <sub>90°</sub> (N·m·kg <sup>-1</sup> )	0,91 ± 0,16	0,71 ± 0,13
PT <sub>120°</sub> (N·m·kg <sup>-1</sup> )	0,77 ± 0,13	0,71 ± 0,13
PT <sub>CON</sub> (N·m·kg <sup>-1</sup> )	0,68 ± 0,17	0,79 ± 0,19
PT <sub>EXC</sub> (N·m·kg <sup>-1</sup> )	0,87 ± 0,20	1,10 ± 0,25

PT<sub>CON</sub> = pico de torque concêntrico; PT<sub>EXC</sub> = pico de torque excêntrico.

Todas as análises de correlação foram realizadas com os dados normalizados pela massa corporal. A Tabela 3 apresenta as correlações entre os KGST e as contrações isométricas e dinâmicas de flexores do cotovelo. As correlações entre os KGST e parâmetros dos extensores do cotovelo são apresentados na Tabela 4.

Tabela 3. Correlações entre os dados normalizados dos KGST e dos parâmetros isocinéticos dos flexores do cotovelo (n=15).

	MNR		MTS	
	r	p	r	p
PT <sub>45°</sub>	0,78	0,001	0,71	0,003
PT <sub>90°</sub>	0,75	0,001	0,60	0,017
PT <sub>120°</sub>	0,65	0,008	0,54	0,034
PT <sub>CON</sub>	0,71	0,003	0,66	0,007
PT <sub>EXC</sub>	0,82	0,000	0,81	0,000

MNR = máximo número de repetições; MTS = máximo tempo de sustentação; PT = pico de torque; PT<sub>CON</sub> = pico de torque concêntrico; PT<sub>EXC</sub> = pico de torque excêntrico.

Tabela 4. Correlações entre os dados normalizados dos KGST e dos parâmetros isocinéticos dos extensores do cotovelo (n=15).

	MNR		MTS	
	r	p	r	p
PT <sub>45°</sub>	0,46	0,082	0,39	0,141
PT <sub>90°</sub>	0,59	0,018	0,40	0,132
PT <sub>120°</sub>	0,82	0,000	0,71	0,003
PT <sub>CON</sub>	0,82	0,000	0,69	0,004
PT <sub>EXC</sub>	0,75	0,001	0,75	0,001

MNR = máximo número de repetições; MTS = máximo tempo de sustentação; PT = pico de torque; PT<sub>CON</sub> = pico de torque concêntrico; PT<sub>EXC</sub> = pico de torque excêntrico.

### 3.4 Discussão

O objetivo do presente estudo foi correlacionar os KGST (MTS e MNR) com parâmetros isocinéticos de flexores e extensores do cotovelo. Houve significativa e positiva correlação entre MNR e MTS com a maioria das CVIM analisadas, e com as contrações concêntricas e excêntricas. Embora os testes de campo sejam importantes par avaliar, discriminar e desenvolver programas de treinamento, estas correlações nunca haviam sido

feitas, e a significância obtida entre os testes específicos (MNR e MTS) com as variáveis isocinéticas indicam a validade destes testes.

A fim de caracterização dos sujeitos da pesquisa, foram avaliadas a composição corporal e a FPM. Em atletas de JJ, baixos valores de gordura corporal e altos níveis de massa muscular têm sido reportados na literatura (DEL VECCHIO et al., 2007; ANDREATO et al., 2012; BAEZ et al., 2014). No presente estudo encontrou-se valores mais altos de percentual de gordura (14,59%) que nos estudos de Del Vecchio et al. (2007) (9,83%) e Andreato et al. (2012) (10,3%). Entretanto, esta diferença pode ser devida ao maior nível de treinamento dos demais atletas e do período de treinamento dos mesmos no momento das investigações. Em relação à FPM, esta avaliação tem sido amplamente utilizada em atletas de JJ (OLIVEIRA et al., 2006; ANDREATO et al., 2011; ANDREATO et al., 2013). Entretanto, a comparação entre estudos pode não ser confiável, já que protocolos distintos de avaliação podem influenciar nos resultados da coleta deste parâmetro (ROBERTS et al., 2011). Neste sentido, quando comparado com estudos que utilizaram o mesmo protocolo, encontramos valores menores (OLIVEIRA et al., 2006) e similares (ANDREATO et al., 2013) de FPM em atletas de JJ.

Na revisão de literatura realizada não foram encontrados estudos sobre torque muscular de flexores e extensores de cotovelo em atletas de JJ. Apenas um estudo (PEDZICH; MASTALERZ; SADOWSKI, 2012) mensurou o PT de flexores e extensores do cotovelo em atletas de diferentes modalidades de combate. Embora o JJ contenha mais ações isométricas nas musculaturas que envolvem o cotovelo do que outros esportes de combate (FRANCHINI et al., 2011), os resultados de PT normalizado (PEDZICH; MASTALERZ; SADOWSKI, 2012) foram levemente superiores para os flexores de cotovelo (boxers:  $1.05 \text{ N}\cdot\text{m}\cdot\text{kg}^{-1}$ ; taekwondo ITF:  $1.12 \text{ N}\cdot\text{m}\cdot\text{kg}^{-1}$ , e taekwondo WTF:  $1.0 \text{ N}\cdot\text{m}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) do que os apresentados no presente estudo (ver Tabela 3). Sugere-se que tais diferenças sejam devidas ao nível dos atletas avaliados (i.e. internacional vs regional) e/ou pela posição adotada pelos sujeitos no momento da coleta no dinamômetro isocinético (i.e. posição



do antebraço) (MURRAY; DELP; BUCHANAN, 1995). Entretanto, para os extensores do cotovelo os resultados foram similares (boxers:  $0.73 \text{ N}\cdot\text{m}\cdot\text{kg}^{-1}$ ; taekwondo ITF:  $0.72 \text{ N}\cdot\text{m}\cdot\text{kg}^{-1}$ , e taekwondo WTF:  $0.71 \text{ N}\cdot\text{m}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) aos reportados pelos atletas de JJ do presente estudo (ver Tabela 4).

Com relação aos KGST, judocas de alto nível desempenharam  $35 \pm 18\text{s}$  e  $12 \pm 5$  reps, enquanto os de nível regional alcançaram  $39 \pm 14\text{s}$  e  $9 \pm 4$  repetições no MTS e MNR, respectivamente, com diferença apenas no MNR (FRANCHINI et al., 2011). Porém, em atletas de JJ ambos os testes têm demonstrado capacidade de discriminar o nível competitivo de seus praticantes (SILVA et al., 2012b; SILVA et al., 2014a). Diversos estudos avaliaram MTS e MNR em praticantes de JJ, com resultados absolutos similares aos obtidos em nossa investigação, principalmente no teste de MNR. Apenas um estudo (SILVA et al., 2012b) apresentou resultados bastante superiores no desempenho do MTS ( $56 \pm 10\text{s}$ ), ao investigar atletas de JJ de alto nível competitivo. Estas similaridades reportadas implicam na possibilidade de extrapolação de nossos achados. Ainda mais, a correlação encontrada entre os dois testes (MTS e MNR) foi quase perfeita ( $r=0,91$ ;  $p<0,001$ ), enquanto estudos anteriores encontraram valores de  $r=0,75$  ( $p=0,013$ ) em judocas (FRANCHINI et al., 2004) e  $r=0,71$  ( $p=0,001$ ) no JJ (SILVA et al., 2012b). Portanto, a afirmação de que um dos dois testes (MTS ou MNR) poderia ser escolhido a fim de avaliar o desempenho de força (FRANCHINI et al., 2004) é suportada por nossos resultados. O alto nível de correlação demonstrou que o resultado de qualquer um dos KGST poderia ser utilizado na avaliação de desempenho muscular de atletas de JJ, com alta reprodutibilidade (SILVA et al., 2012b) (MTS: ICC=0,99, limites de concordância = -6,9 a 2,4-s, com diferença média de -2,3-s, 95% intervalo de confiança: -3,3 a -1,2-s, e MNR: ICC=0,97, limites de concordância -2,9 a 2,3-rep, com diferença média de -0,3-rep, 95% intervalo de confiança: -0,9 a 0,3-rep). No melhor de nosso conhecimento, o único estudo que investigou a correlação entre KGST e outros testes de força padronizados foi conduzido em judocas (FRANCHINI et al., 2004). De acordo com os autores, moderadas correlações foram observadas entre KGST e potência média relativa, mensurada pelo teste de Wingate de membros superiores ( $r=0,69$ ),  $\text{FPM}_{\text{ESQn}}$ ( $r=0,73$ ), e

com a carga de 1RM relativo no exercício de remada ( $r=0,71$ ) (FRANCHINI et al., 2004).

Os resultados mostraram uma correlação muito grande entre MNR e PT de flexores durante contrações concêntricas e excêntricas e com CVIM nos ângulos de 45° e 90° (Tabela 3). Tais ângulos correspondem à mesma posição articular do início e do meio do movimento do teste MNR, quando o indivíduo se puxa para cima concentricamente. Embora o principal movimento do MNR seja a flexão de cotovelo, existe uma concomitante extensão da articulação glenoumeral, recrutando ação muscular dos extensores do ombro, como a porção longa do tríceps braquial (THOMPSON e FLOYD, 2002). Desta forma, observou-se muito grande correlação entre o MNR e o PT dos extensores do cotovelo em contrações dinâmicas (concêntrica e excêntrica) e com a CVIM do ângulo de 120° (Tabela 4), sugerindo que pode haver substancial contribuição do tríceps braquial durante a execução do teste de MNR.

Apesar do padrão isométrico do teste de MTS, a maior correlação observada não foi com as CVIMs, mas sim com a contração dinâmica no modo excêntrico, tanto para flexores (Tabela 3), quanto para extensores (Tabela 4). De fato, houve uma muito grande correlação entre CVIM de flexores do cotovelo em 45°, contrariando a ideia de que o ângulo mais específico da avaliação no dinamômetro (120°) apresentaria o maior coeficiente de correlação. Além disto os níveis de correlação de todas CVIM foram, aparentemente, menores àqueles obtidos no modo excêntrico. Ao analisar as tendências das forças externas durante a execução do teste de MTS verifica-se um claro esforço para evitar a contração excêntrica de flexores do cotovelo e extensores do ombro, enquanto o atleta mantém a máxima flexão do cotovelo de forma isométrica, sustentando a própria massa corporal. Portanto, mesmo com o padrão isométrico do teste de MTS, parece que esta avaliação representa uma melhor relação com a força excêntrica dos sujeitos, maior até que com a capacidade isométrica.

De acordo com o exposto anteriormente, ambos os testes específicos com o *kimono* (i.e., MNR e MTS) estão intimamente relacionados com parâmetros de força de flexores e

extensores do cotovelo. Já foi estabelecido anteriormente que o teste MNR representa uma alternativa mais precisa de estimar a força muscular de atletas de JJ do que a FPM (SILVA et al., 2014a). Na presente investigação, mesmo com o padrão dinâmico de movimento, o teste de MNR apresentou, supostamente, maiores índices de correlação que o MTS para cada ângulo articular avaliado isometricamente e no modo dinâmico, tanto para flexores quanto extensores do cotovelo. Estes resultados sugerem que o MNR pode avaliar parâmetros de força muscular de atletas de JJ, com altos índices de correlação com PT isométrico, concêntrico e excêntrico, avaliados por dinamometria isocinética.

### 3.5 Conclusão

Os testes de resistência de força com o *kimono* foram altamente correlacionados com parâmetros provenientes da avaliação em dinamômetro isocinético. Como a correlação entre os dois KGST (MNR e MTS) foi quase perfeita, um deles poderia ser escolhido com a finalidade de mensurar a força muscular em atletas de JJ, especialmente o teste de MNR, que apresentou aparentes maiores coeficientes de correlação com a dinamometria. Este teste com a pegada específica no *kimono* gera informações significativas acerca do desempenho de resistência de força muscular em atletas de JJ. Os achados do presente estudo dão suporte para novas investigações com esta população e auxiliam treinadores e praticantes no desenvolvimento de programas de treinamento.

### 3.6 Referências

ANDREATO, L.V.; DE MORAES, S.M.; GOMES, T.L.M.; ESTEVES, J.V.; ANDREATO, T.V.; FRANCHINI, E. Estimated aerobic power, muscular strength and flexibility in elite Brazilian jiu jitsu athletes. **Science and Sports** v.26, n.6, p.329-337, 2011.

ANDREATO, L.V.; FRANCHINI, E.; DE MORAES, S.M.; ESTEVES, J.V.; PASTORIO, J.J.; ANDREATO TV, et al. Perfil

morfológico de atletas de elite de brazilian jiu jitsu. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.18, n.1, p.46-50, 2012.

ANDREATO, L.V.; FRANCHINI, E.; DE MORAES, S.M.; PASTORIO, J.J.; DA SILVA, D.F.; ESTEVES, J.V.; et al. Physiological and Technical-Tactical analysis in Brazilian jiu jitsu competition. **Asian Journal of Sports Medicine**, v.4, n.2, p.137-143, 2013.

BAEZ, E.; FRANCHINI, E.; RAMIREZ-CAMPILLO, R.; HERRERA, T.; BURGOS, C.; OLGUIN, C.H. Anthropometric Characteristics of Top-Class Brazilian Jiu Jitsu Athletes: Role of Fighting Style. **International Journal of Morphology**. v.32, n.3, p.1043-1050, 2014.

BROWN, L.E.; WHITEHURST, M.; FINDLEY, B.W. Reliability of rate of velocity development and phase measures on an isokinetic device. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.19, n.1, p.189-192, 2005.

BUSKO, K.; NOWAK, A. Changes of the maximal muscle torque and maximal power output of lower extremities in male judoist during training. **Human Movement** v.9, n.2, p.111-115, 2008.

DEL VECCHIO F.B.; BIANCHI S.; HIRATA S.M.; CHACON-MIKAHILI M.P.T. Análise morfo-funcional de praticantes de Brazilian jiu-jitsu e estudo da temporalidade e da quantificação das ações motoras na modalidade. **Movimento e Percepção**, v.5, n.4, p. 263-281, 2007.

FRANCHINI, E.; SOUZA, C.E.B.; URASAKI, R.; OLIVEIRA, R.S.F.; SAURESSIG, F.; MATHEUS, L. Teste de resistência de força isométrica e dinâmica na barra com o judogi. **Proceeding of III Congreso de La Asociación Española de Ciencias Del Deporte**, 2004.

FRANCHINI, E.; MIARKA, B.; MATHEUS, L.; DELVECCHIO, F.B. Endurance in judogi grip strength tests:

Comparison between elite and non-elite judo players. **Archives of Budo**, v.7, n.1, p.1-4, 2011.

HOPKINS W. **A new view of statistics**, 2015 Disponível em <<http://www.sportsci.org/resource/stats/index.html>>. Acesso em 03 de Junho de 2015.

JANIAK, J.; KRAWCZYK, B. Relationship between muscle force and total or lean body mass in highly experienced combat athletes. **Biology of Sport**. v.12, n.2, p.107-111, 1995.

JONES, N.B.; LEDFORD, E. Strength and Conditioning for Brazilian Jiu-jitsu. **Strength & Conditioning Journal**; v.34, n.2, p.60-69, 2012.

MURRAY, W.M.; DELP, S.L.; BUCHANAN, T.S. Variation of muscle moment arms with elbow and forearm position. **Journal of Biomechanics**, v.28, n.5, p.513-525, 1995.

OLIVEIRA, M.; MOREIRA, D.; GODOY, J.R.P.; CAMBRAIA, A.N. Avaliação da força de preensão palmar em atletas de jiu-jitsu de nível competitivo. **Revista brasileira Ciência e Movimento**. v.14, n.3, p.63-70, 2006.

PEDZICH, W.; MASTALERZ, A.; SADOWSKI, J. Estimation of muscle torque in various combat sports. **Acta of Bioengineering and Biomechanics**. v.14, n.4, p.107-112, 2012.

POLLOCK, M.L.; JACKSON, A.S. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal of Nutrition**, v.40, p.497-504, 1978.

ROBERTS, H.C.; DENISON, H.J.; MARTIN, H.J.; PATEL, H.P.; CYRUS, H.S.; COOPER, C.; SAYER, A.A. A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: towards a standardized approach. **Age and Ageing**. v.40, n.4, p.423-429, 2011.

SILVA, B.V.C.; JUNIOR, M.M; LOPES, C.R.; MOTA, G.R. Brazilian Jiu Jitsu: aspectos do desempenho. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**. n.6, p.57-64, 2012a.

SILVA, B.V.C.; JUNIOR, M.M.; SIMIM, M.A.M.; REZENDE, F.N.; FRANCHINI, E.; MOTA, G.R. Reliability in kimono grip strength tests and comparison between elite and non-elite Brazilian Jiu Jitsu players. **Archives of Budo**, v.8, n.2, p.91-95, 2012b.

SILVA, B.V.C.; JUNIOR, M.M.; FRANCHINI, E.; SIMIM, M.A.M.; MOTA, G.R. Performance in kimono grip strength tests among Brazilian Jiu Jitsu practitioners from different levels. **Journal of Combat Sports and Martial Arts**. v.5, n.1(2), p.11-15, 2014a.

SILVA, B.V.C.; JUNIOR, M.M.; ROGÉRIO, F.C.; DIAS, I.S.; SIMIM, M.A.M.; MOTA, G.R. Testes físicos discriminam praticantes de Brazilian Jiu-Jitsu? **Revista Brasileira Ciência e Movimento**. v.22, n.1, p.92-98, 2014b.

SIRI, W.E. **Body composition from fluid spaces and density**. In: BROZEK J.; HENSCHER, A. Techniques for measuring body composition. Washington: National Academy of Science. p.223-244, 1961.

THOMPSON, C.W.; FLOYD, R.T. **Manual de Cinesiologia Estrutural**. Barueri: Manole; 2002.

WELSCH, M.A.; WILLIAMS, P.A.; POLLOCK, M.L.; GRAVES, J.E.; FOSTER, D.N.; FULTON, M.N. Quantification of full-range-of-motion unilateral and bilateral knee flexion and extension torque ratios. **Archives of Physical Medicine Rehabilitation**. v.79, n.8, p.971-978, 1998.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente tópico tem como objetivo discutir sobre as aplicações práticas, limitações e perspectivas sobre os assuntos abordados nos dois artigos originais oriundos desta dissertação. Para tanto, tais considerações serão realizadas na ordem em que foram previamente citadas, primeiramente sobre o artigo apresentado no capítulo II e, em seguida, com relação ao artigo original disposto no capítulo III da presente dissertação.

O primeiro artigo intitulado “Análise de parâmetros de força da articulação do cotovelo de praticantes de jiu jitsu”, apresenta dados provenientes de uma avaliação laboratorial reconhecida por gerar dados fidedignos, reprodutíveis e confiáveis. Portanto, um dos objetivos do trabalho foi a de gerar fundamentos e dados para posteriores discussões e comparações, principalmente em ambiente científico. Considera-se, portanto, a aplicabilidade prática deste estudo como predominantemente de cunho científico, com maior validade interna. A validade externa do estudo pode ser questionável, tendo em vista que parâmetros laboratoriais, como a TPF, podem não apresentar representativa aplicabilidade prática para o dia-a-dia do atleta ou do treinador. Porém, ressalta-se que informações como a relação T-A, os ângulos ótimos e desfavoráveis de geração de torque máximo e potente e as diferenças entre os torques dos grupos musculares nos diferentes tipos de contração geram dados significativos. Uma vez que estas variáveis são sensíveis a adaptações do treinamento, tais informações podem auxiliar praticantes e treinadores de JJ em ambiente de treino e/ou competição.

Todos os parâmetros avaliados e analisados no trabalho são de reconhecida relevância dentro da biomecânica do esporte, e a íntima relação destas variáveis com o sucesso na modalidade esportiva escolhida aumenta substancialmente a relevância do estudo. Como em qualquer investigação científica, algumas limitações são reconhecidas e serão abordadas a seguir. Sobre o protocolo de avaliação isocinética, são diversos os outros modelos que poderiam ser escolhidos, e o fato de ter sido utilizado um banco Scott, e não o banco específico do aparelho pode dificultar a reprodutibilidade do protocolo por outros

pesquisadores em diferentes laboratórios no mundo. A justificativa de tal modificação deu-se pela viabilidade e pela falta de padronização dos diferentes fabricantes de dinamômetros em relação ao posicionamento dos sujeitos para a avaliação da articulação do cotovelo. As 24h recomendadas de repouso para os participantes do estudo podem não ser suficientes para eliminar efeitos indesejáveis no comportamento da curva T-A, tendo em vista os achados de Philippou; Koutsilieris e Maridaki (2012), que demonstraram um comportamento da curva T-A alterado em relação à condição de repouso até quatro dias após um protocolo de fadiga com exercícios excêntricos ou isométricos. Como contraponto neste aspecto, cabe salientar que os indivíduos avaliados neste estudo eram poucos (n=7) e sedentários a mais de seis meses, o que poderia aumentar o dano muscular e prolongar os efeitos decorrentes deste dano por mais dias. Ressalta-se, ainda, a dificuldade de conseguir que os praticantes ficassem as 24h sem esforço físico, dada a rotina de treinamentos tanto de JJ quanto de outras modalidades, como musculação ou outras artes marciais. A falta de controle sobre as outras atividades dos sujeitos que participaram do presente estudo pode ser considerada uma limitação, tendo em vista que nem todos participantes praticavam apenas o JJ.

Como apontado na justificativa da presente dissertação, os dados coletados devem servir como referência para próximos estudos que investiguem a força e o torque muscular em praticantes de JJ, principalmente àqueles que utilizarem a dinamometria isocinética como instrumento de avaliação. Portanto, estudos futuros que busquem descrever e avaliar parâmetros de torque nesta população agregarão novos conhecimentos valiosos tanto para o corpo científico de referências quanto para o auxílio a treinadores e atletas em suas preparações. Neste contexto, as investigações realizadas no cotovelo na presente dissertação poderiam ser reproduzidas em outras articulações, como ombro, quadril e joelho, já que a prática do JJ requer muitas ações destas articulações. Tais dados podem ser comparados entre níveis de graduação dos praticantes de JJ, bem como tem sido extensamente realizado em aspectos fisiológicos da modalidade. A diferença entre os lados preferido e não preferido, descrevendo possíveis assimetrias nos praticantes, é outra perspectiva. Os possíveis efeitos de um combate



simulado, ou até mesmo de sucessivos combates (competição simulada), no comportamento das variáveis de torque seria de grande valia para o entendimento das demandas de força da modalidade. Por fim, o estudo das razões de equilíbrio muscular entre agonistas e antagonistas na articulação do cotovelo, reconhecida como a mais lesionada na modalidade, deve ser encorajado uma vez que estas informações podem auxiliar na prevenção e recuperação de lesões em atletas de JJ. Enfim, são diversas as possibilidades de expansão do corpo científico a respeito dos parâmetros avaliados no presente estudo.

O segundo artigo apresentado neste trabalho intitulado “Relação entre testes de resistência de força com o kimono com parâmetros isocinéticos em atletas de jiu jitsu”, é voltado para a validade externa. A elaboração e validação de testes de campo são desejadas por muitos pesquisadores, principalmente por aqueles que pretendem formular maneiras práticas de avaliar variáveis com a precisão e validade de testes laboratoriais. Pelas investigações anteriores a respeito destes testes (KGST), fazia-se necessário o estudo da relação entre os mesmos com testes padronizados e reconhecidos. Após as discussões realizadas em torno dos resultados, concluiu-se que os KGST, principalmente o MNR, tiveram grandes correlações com os testes laboratoriais. Portanto, o artigo confirmou a afirmação prévia de que os KGST podem estimar e determinar a força muscular de praticantes de JJ. Dito isto, técnicos, treinadores e atletas têm como alternativa útil e prática para avaliar o nível de força muscular, em seus diferentes tipos de manifestação (isométrica e dinâmica), os KGST, que necessitam apenas da vestimenta específica (i.e., o *kimono*).

Com relação às limitações deste artigo, seguem as seguintes considerações. O tamanho do grupo avaliado ( $n=15$ ) pode ser considerado uma limitação, tendo em vista que estudos correlacionais demandam uma maior amostragem a fim de se eliminar efeitos do acaso nas conclusões do estudo. Alguns praticantes de JJ que realizaram os testes de suspensão na barra já eram familiarizados com tal movimento, o que pode constituir uma variável interveniente no estudo. Ainda sobre a execução dos KGST, os indivíduos mais pesados apresentaram maiores dificuldades na realização dos mesmos, portanto a massa corporal

dos mesmos parece exercer relevante influência sobre os resultados, o que não foi investigado no presente estudo. Porém, reitera-se que os dois testes específicos, MNR e MTS foram realizados respeitando-se todas as recomendações dos estudos anteriores, desde o aquecimento, execução e forma de apresentação dos resultados. Sobre os parâmetros provenientes da dinamometria isocinética que foram avaliados, outras variáveis como o trabalho e a potência poderiam ter sido correlacionados com os KGST, gerando ainda mais informações sobre os testes específicos.

Parece bastante claro que os KGST carecem de maiores investigações, a fim de se prover sua validade. Portanto, considerando que os movimentos executados nos KGST recrutam diversas articulações, outros grupamentos musculares devem ser investigados. A contribuição dos grupos musculares FLX e EXT do ombro poderiam gerar dados importantes no entendimento de quais musculaturas são mais recrutadas nestes testes. Neste caso, a utilização da eletromiografia de superfície como instrumento para a medida de ativação muscular poderia auxiliar, por exemplo, na comparação entre as contribuições das musculaturas do ombro e cotovelo nos testes de campo. Como contraponto, Andersen e Aagaard (2006) afirmam que a eletromiografia possui muitas variâncias associadas e que é muito difícil de obter correlações relevantes deste instrumento com medidas mecânicas na função muscular. Conforme citado anteriormente, os indivíduos com maiores valores de massa corporal apresentaram, aparentemente, maiores dificuldades para a realização dos testes específicos. Portanto, parece adequado investigar a relação entre dados antropométricos e os resultados dos testes, além da elaboração de uma normalização matemática dos valores ajustando o resultado em relação à massa corporal, magra ou total, do indivíduo. Neste sentido, tendo em vista que o objetivo dos KGST é sustentar a própria massa corporal, isométrica ou dinamicamente, os sujeitos mais pesados poderiam ter seus tempos ou número de repetições mais valorizados do que aqueles obtidos pelos indivíduos mais leves, e, conseqüentemente, com menores cargas nos testes específicos. Por fim, outra perspectiva futura envolve o treinamento de força utilizando os próprios testes específicos como instrumentos, com contrações isométricas e/ou concêntricas, e a posterior avaliação de ganhos de torque

muscular em dinamometria isocinética, em FLX e EXT do cotovelo e/ou ombro.

Esta dissertação abordou tanto uma avaliação laboratorial (i.e. dinamometria isocinética) que requer equipamento específico e avaliadores treinados, quanto testes de campo (i.e. KGST), que podem facilmente ser realizados por atletas e praticantes em diversos ambientes. Portanto, ao discutir sobre as aplicações práticas dos trabalhos realizados, é possível observar duas vertentes, sendo que o primeiro artigo tem um direcionamento maior à validade interna enquanto o segundo artigo é mais voltado à validade externa. Desta forma, tanto cientistas e pesquisadores, quanto treinadores e atletas podem se beneficiar e usufruir dos dados apresentados a fim de acrescentar conhecimentos e informações a respeito do JJ. Portanto, a presente dissertação contempla aspectos científicos e práticos, esperando contribuir para a educação física como um todo, à biodinâmica do esporte e, mais especificamente, para a modalidade do JJ.

## REFERÊNCIAS

AAGAARD, P.; SIMONSEN, E.B.; ANDERSEN, J.L.; MAGNUSSON, P.; DYHRE-POULSEN, P. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. **Journal of Applied Physiology**. v.93, p.1318–1326, 2002.

AMTMANN, J.; BERRY, S. Strength and conditioning for reality fighting. **National Strength and Conditioning Association**. v.25, n.2, p.67-72, 2003.

ANDERSEN, L.L.; AAGARD, P. Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development. **European Journal of Applied Physiology**. v.96, p.46-52, 2006.

ANDREATO, L.V.; DE MORAES, S.M.; GOMES, T.L.M.; ESTEVES, J.V.; ANDREATO, T.V.; FRANCHINI, E. Estimated aerobic power, muscular strength and flexibility in elite Brazilian jiu jitsu athletes. **Science and Sports** v.26, n.6, p.329-337, 2011.

ANDREATO, L.V.; DE MORAES, S.M.; ESTEVES, J.V.; PEREIRA, R.R.A.; GOMES, T.L.M.; ANDREATO, T.V. et al. Physiological responses and rate of perceived exertion in Brazilian jiu-jitsu athletes. **Kinesiology**. v.44, n.2, p.173-181, 2012.

ANDREATO, L.V.; FRANCHINI, E.; DE MORAES, S.M.; PASTÓRIO, J.J.; DA SILVA, D.F.; ESTEVES, J.V. et al. Physiological and technical-tactical analysis in Brazilian jiu-jitsu competition. **Asian Journal of Sports Medicine**. v.4, n.2, p.137-143, 2013.

ANDREATO, L.V.; MORAES, S.M.F.; ESTEVES, J.V.D.C.; MIRANDA, M.L.; PASTORIO, J.J.; PASTORIO, E.J. et al. Psychological, physiological, performance and perceptive responses to brazilian jiu jitsu combats. **Kinesiology**. v.46, n.1, p.44-52, 2014.

ANDREATO, L.V.; JULIO, U.F.; PANISSA, V.L.G.; ESTEVES, J.V.D.C.; HARDT, F.; DE MORAES, S.M.F. et al. Brazilian jiu jitsu simulated competition part I: Metabolic, hormonal, cellular damage, and heart rate responses. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.29, n.9, p.2538–2549, 2015a.

\_\_\_\_\_. Brazilian jiu jitsu simulated competition part II: Physical performance, time-motion, technical-tactical analyses, and perceptual responses. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.29, n.7, p.2015-2025, 2015b.

BALKE, B. A simple field test for the assessment of physical fitness. **Civil Aeromedical Research Institute, Federal Aviation Agency**. Oklahoma City, Oklahoma. CARI Report 63-6, Abril, 1963.

BARRY, B.K.; WARMAN, G.E.; CARSON, R.G. Age related differences in rapid muscle activation after rate of force development training of the elbow flexors. **Experimental Brain Research**. v.162, p.122-132, 2005.

BALTZOPOULOS, V.; BRODIE, D.A. Isokinetic Dynamometry: Applications and Limitations. **Sports Medicine**. v.8, n.2, p.101-116, 1989

BRANDÃO, F.; FERNANDES, H.M.; ALVES, J.V.; FONSECA, S.; REIS, V.M. Hematological and biochemical markers after a Brazilian Jiu Jitsu tournament in world-class athletes. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**. v.16, n.2, p.144-151, 2014.

BROWN, L.E.; WHITEHURST, M.; FINDLEY, B.W. Reliability of rate of velocity development and phase measures on an isokinetic device. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.19, n.1, p.189–192, 2005.

BUSKO, K.; NOWAK, A. Changes of the maximal muscle torque and maximal power output of lower extremities in male judoist during training. **Human Movement** v.9, n.2, p.111-115, 2008.

BALTZOPOULOS, V.; BRODIE, D.A. Isokinetic Dynamometry: applications and limitations. **Sports Medicine**. v.8, n.2, p.101-116, 1989.

CARPES, F.; GEREMIA, J.M.; KAROLCZAK, A.P.B.; DIEFENTHAELER, F.; VAZ, M.A. Preference and torque asymmetry for elbow joint. **Motriz**. v.18, n.2, p.319-326, 2012.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE JIU JITSU (CBJJ). Disponível em: <<http://www.cbjj.com.br>> Acesso em 15 set 2015.

CORVINO, R.B.; CAPUTO, F.; OLIVEIRA, A.C.; GRECO, C.C.; DENADAI, B.S. Taxa de desenvolvimento de força em diferentes velocidades de contrações musculares. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v.15, n.6, p.428-431, 2009.

COSTA, E.C.; SANTOS, C.M.; PRESTES J.; SILVA J.B.; KNACKFUSS, M.I. Efeito agudo do alongamento estático no desempenho de força de atletas de jiu-jítsu no supino horizontal. **Fitness & Performance Journal**. v.8, n.3, p.212-217, 2009.

COSWIG, V.S.; NEVES, A.H.S.; DEL VECCHIO, F.B. Características físicas e desempenho motor no jiu jitsu brasileiro: estudo com iniciantes e experientes na modalidade. Disponível em <[http://](http://www.efdeportes.com/efd162/) <<http://www.efdeportes.com/efd162/.htm>> Acessado em 28 out 2015. **Revista Digital**, Buenos Aires, ano 16, n.162, 2011.

\_\_\_\_\_. Efeitos do tempo de prática nos parâmetros bioquímicos, hormonais e hematológicos de praticantes de jiu-jitsu brasileiro. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**. v.6, n.1, p.17-23, 2013.

DEL VECCHIO F.B.; BIANCHI S.; HIRATA S.M.; CHACON-MIKAHILI M.P.T. Análise morfo-funcional de praticantes de Brazilian jiu-jitsu e estudo da temporalidade e da quantificação das ações motoras na modalidade. **Movimento e Percepção**. v.7, n.10, p.263-281, 2007.

DETANICO, D.; DAL PUPO, J.; FRANCHINI, E.; DOS SANTOS, S.G. Effects of successive judô matches on fatigue and

muscle damage markers. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.29, n.4, p.1010-1016, 2015.

DIAS, J.A.; WENTZ, M.; KULKAMP, W.; MATTOS, D.; GOETHEL, M.; JUNIOR, N.B. Is the handgrip strength performance better in judocas than in non-judocas? **Science & Sports**, v.27, p. 9-14, 2012.

DIAZ-LARA, F.J.; GARCIA, J.M.G.; MONTEIRO, L.F.; ABIAN-VICEN, J. Body composition, isometric hand grip and explosive strength leg – similarities and differences between novices and experts in an international competition of Brazilian jiu jitsu. **Archives of Budo**. v.10, p.211-217, 2014.

DOHENY, E.P.; LOWERY, M.M.; FITZPATRICK, D.P.; O'MALLEY, M.J.O. Effect of elbow joint angle on force-EMG relationships in human elbow flexor and extensor muscles. **Journal of Electromyography and Kinesiology**. v.18, p.760-770, 2008.

FRANCHINI, E.; SOUZA, C.E.B.; URASAKI, R.; OLIVEIRA, R.S.F.; SAURESSIG, F.; MATHEUS, L. Teste de resistência de força isométrica e dinâmica na barra com o judogi. **Proceeding of III Congreso de La Asociación Española de Ciencias Del Deporte**, 2004.

FRANCHINI, E.; MIARKA, B.; MATHEUS, L.; DELVECCHIO, F.B. Endurance in judogi grip strength tests: Comparison between elite and non-elite judo players. **Archives of Budo**. v.7, n.1, p.1-4, 2011.

FRIDÉN, J.; LIEBER, R.L. Eccentric exercise-induced injuries to contractile and cytoskeletal muscle fibre components. **Acta Physiologica Scandinavica**. v.171, p.321-326, 2001.

GARRETT, W.E. Muscle strain injuries: clinical and basic aspects. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.22, n.4, p.436-442, 1990.

GASTIN, P.B. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. **Sports Medicine**. v.31, n.10, p.725-741, 2001.

GORDON, A.M.; HUXLEY, A.F.; JULIAN, F.J. The variation in isometric tension with sarcomere length in vertebrate muscle fibres. **Journal of Physiology**. v.184, p.170-192, 1966.

HAFF, G.G.; STONE, M.; O'BRYANT, H.S.; HARMAN, E.; DINAN, C.; JOHNSON, R. et al. Force-time dependent characteristics of dynamic and isometric muscle actions. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.11, n.4, p.269-272, 1997.

HANSEN, E.A.; LEE, H.D.; BARRETT, K.; HERZOG, W. The shape of the force–elbow angle relationship for maximal voluntary contractions and sub-maximal electrically induced contractions in human elbow flexors. **Journal of Biomechanics**. v.36, p.1713-1718, 2003.

HERZOG, W.; GUIMARAES, A.C.; ANTON, M.G.; CARTER-ERDMAN, K.A. Moment-length relations of rectus femoris muscles of speed skaters/cyclists and runners. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. v.23, n.11, p.1289-1296, 1991.

HERZOG, W. Muscle properties and coordination during voluntary movement. **Journal of Sports Sciences**, v.18, p.141-152, 2000.

IDE B.N.; PADILHA D.A. Possíveis lesões decorrentes da aplicação das técnicas do jiu jitsu desportivo. Disponível em: <<http://www.efdeportes.com.br>> Acesso em 28 out 2015. **Revista Digital**, Buenos Aires, v.10, n.83, 2005.

JANIAK, J.; KRAWCZYK, B. Relationship between muscle force and total or lean body mass in highly experienced combat athletes. **Biology of Sport**. v.12, n.2, p.107-111, 1995.

JONES, N.B.; LEDFORD, E. Strength and Conditioning for Brazilian Jiu-jitsu. **Strength & Conditioning Journal**; v.34, n.2, p.60-69, 2012.

KREISWIRTH, E.M.; MYER, G.D.; RAUH, M.J. Incidence of Injury among male Brazilian Jiu Jitsu Fighters at the World Jiu-Jitsu No-Gi Championship 2009. **Journal of Athletic Training**. v.1, n.49, p.89-94, 2014.



LEEDHAM, J.S.; DOWLING, J.J. Force-length, torque-angle and EMG-joint angle relationships of the human in vivo biceps brachii. **European Journal of Applied Physiology**. v.70, p.421-426, 1995.

MELDRUM, D.; CAHALANE, E.; CONROY, R.; FITZGERALD, D.; HARDIMAN, O. Maximum voluntary isometric contraction: reference values and clinical application. **Myotrophic Lateral Sclerosis**. v.8, p.47-55, 2007.

MOREIRA, A.; FRANCHINI, E.; FREITAS, C.G.; Salivary cortisol and immunoglobulin A responses to simulated and official jiu-jitsu matches. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.26, p.2185-2191, 2012.

MURRAY, W.M.; DELP, S.L.; BUCHANAN, T.S. Variation of muscle moment arms with elbow and forearm position. **Journal of Biomechanics**. v.28, n.5, p.513-525, 1995.

OBUCHOWICK-FIDELUS, B.; MARCHOCKA, M.; MAJLE, B.; DABROWSKA, A.; WOJCZUK, J.; FURDAL, S. et al. Anthropometric, strength and power characteristics of female kayak and judo athletes. **Biology of Sport**. v.3, n.1, p.5-17, 1986.

OLIVEIRA, M.; MOREIRA, D.; GODOY, J.R.P.; CAMBRAIA, A.N. Avaliação da força de preensão palmar em atletas de jiu-jitsu de nível competitivo. **Revista Brasileira Ciência e Movimento**. v.14, n.3, p.63-70, 2006.

PEDZICH, W.; MASTALERZ, A.; SADOWSKI, J. Estimation of muscle torque in various combat sports. **Acta of Bioengineering and Biomechanics**. v.14, n.4, p.107-112, 2012.

PHILIPPOU, A.; BOGDANIS, G.C.; NEVILL, A.M.; MARIDAKI, M. Changes in the angle-force curve of human elbow flexors following eccentric and isometric exercise. **European Journal of Applied Physiology**. v.93, p.237-244, 2004.

PHILIPPOU, A.; KOUTSILIERIS, M.; MARIDAKI, M. Changes in kinematic variables at various muscle lengths of human elbow flexors following eccentric exercise. **Journal of Muscle Research and Cell Motility**. v.33, p.167-175, 2012.

RATAMESS, N.A. Strength and conditioning for grappling sports. **National Strength and Conditioning Association**. v.33, n.6, p.18-24, 2011.

ROBERTS, H.C.; DENISON, H.J.; MARTIN, H.J.; PATEL, H.P.; CYRUS, H.S.; COOPER, C.; SAYER, A.A. A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: towards a standardized approach. **Age and Ageing**, v.40, p.423-429, 2011.

SCOGGIN III, J.F.; BRUSOVANIK G.; IZUKA, B.H.; VAN RILLAND, E.Z.; GELING, O.; TOKUMURA, S. Assessment of injuries during Brazilian Jiu Jitsu competition. **Orthopaedic Journal of Sports Medicine**. v.2, p.1-7, 2014.

SILVA, B.V.C.; JUNIOR, M.M.; LOPES, C.R.; MOTA, G.R. Brazilian Jiu Jitsu: aspectos do desempenho. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**. n.6, p.57-64, 2012a.

SILVA, B.V.C.; JUNIOR, M.M.; SIMIM, M.A.M.; REZENDE, F.N.; FRANCHINI, E.; MOTA, G.R. Reliability in kimono grip strength tests and comparison between elite and non-elite Brazilian Jiu Jitsu players. **Archives of Budo**, v.8, n.2, p.91-95, 2012b.

SILVA, B.V.C.; JÚNIOR, M.M.; MONTEIRO, G.G.F.S.; JUNIOR, L.O.S.; SIMIM, M.A.M.; MENDES, E.L. et al. Blood Lactate Response After Brazilian Jiu-Jitsu Simulated Matches. **Journal of Exercise Physiology online**. v.16, n.5, p.63-67, 2013.

SILVA, B.V.C.; IDE, B.N.; SIMIM, M.A.M.; MAROCOLO, M.; MOTA, G.R. Neuromuscular responses to simulated Brazilian jiu jitsu fights. **Journal of Human Kinetics**. v.44, p.249-257, 2014a.

SILVA, B.V.C.; JUNIOR, M.M.; SIMIM, M.A.M.; FRANCHINI, E.; MOTA, G.R. Performance in kimono grip strength tests among Brazilian Jiu Jitsu practitioners from different levels. **Journal of Combat Sports and Martial Arts**. v.5, n.1, p.11-15, 2014b.

SILVA, B.V.C.; SIMIM, M.A.M.; MAROCOLO, M.; FRANCHINI, E.; MOTA, G.R. Optimal load for the peak power and maximal strength of the upper body in Brazilian jiu jitsu

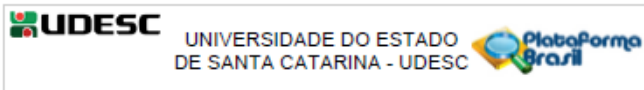
athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.29, n.6, p.1616-1621, 2015.

SIMONS, D.G.; ZUNIGA, E.N. Effect of wrist rotation on the XT plot of averaged biceps EMG and isometric tension. **American Journal of Physical Medicine**. v.49, n.4, p.253-256, 1970.

TERRERI, A.S.A.P.; GREVE J.M.D.; AMATUZZI, M.M. Avaliação isocinética no joelho do atleta. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v.7, n.5, p.170-174, 2001.

THOMPSON, C. W.; FLOYD, R. T. **Manual de Cinesiologia Estrutural**. 14. ed. Barueri: Manole, 2002.

## ANEXO 1



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

## DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** ANÁLISE DAS VARIÁVEIS DE FORÇA DAS ARTICULAÇÕES DO OMBRO, COTOVELO E JOELHO DE PRATICANTES DE JIU JITSU DURANTE TESTE

**Pesquisador:** FERNANDO DIEFENTHAELER

**Área Temática:**

**Versão:** 4

**CAAE:** 38774514.4.0000.0118

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de Santa Catarina

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

## DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.074.340

**Data da Relatoria:** 13/05/2015

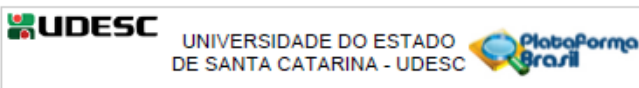
**Apresentação do Projeto:**

Trata-se de estudo transversal e de campo, onde se pretende identificar as características de um grupo de 30 praticantes Jiu Jitsu do sexo masculino, entre 18 e 40 anos, que frequentam academias em Florianópolis, com amostragem do tipo não probabilística. Um questionário será aplicado para verificar as informações pessoais e características do treinamento físico. Serão coletados dados antropométricos (massa corporal, estatura e adipometria) e isocinéticos dos indivíduos. Além disso, a força de prensão muscular e a flexibilidade serão mensuradas por meio de um dinamômetro hidráulico de mão. Por fim, todos os dados coletados serão comparados antes e depois de uma simulação de combate que, por sua vez, durará 7 minutos. O projeto inicia sua coleta de dados em 20/05/2015 e término para 20/07/2015. A pesquisa apresenta um custo operacional de R\$120,00

**Objetivo da Pesquisa:**

Analisar os valores de pico de torque isométrico e dinâmico, a taxa de produção de força e as razões convencional e funcional das articulações do cotovelo, joelho e ombro de praticantes de Jiu Jitsu, correlacionando-os através de testes específicos de desempenho da modalidade e verificar a influência de um combate simulado.

Endereço: Av. Madre Benvenuta, 2007  
 Bairro: Itacorubi CEP: 88.035-001  
 UF: SC Município: FLORIANÓPOLIS  
 Telefone: (48)3321-8195 Fax: (48)3321-8195 E-mail: cep@relatoria@udesc.br



Continuação do Parecer: 1.074.340

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Toda pesquisa com seres humanos possui um grau de risco. Dado que se trata de avaliações musculares com eventuais sintomas de dores e pelo fato de haver a simulação de um combate podendo haver danos adversos, entendendo que esta pesquisa apresenta risco MÉDIO. Os benefícios estão claramente descritos nos projetos

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Pesquisa caracterizada pelos pesquisadores como "desenho experimental como descritivo de inter-relação: (1) causal comparativo, onde os dados obtidos da caracterização neuromuscular (pico de torque, taxa de produção de força e razões funcional e convencional) serão registrados e descritos e, posteriormente, comparados com a literatura, a fim de verificar a influência da modalidade esportiva (o Jiu Jitsu) nas adaptações neuromusculares de seus praticantes; (2) correlacional, onde os dados da avaliação isocinética serão correlacionados com os obtidos em testes práticos e específico da modalidade, como os testes com o pano do kimono, podendo gerar maior validade externa desta ferramenta prática de monitoramento de nível de treinamento".

Apresentam todos documentos necessários para análise ética. Projetos encontram-se estruturados com descrição das metodologias de coleta e análise dos dados.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

O projeto de pesquisa apresenta os seguintes documentos:

Folha de Rosto CONEP;

TCLE;

Termo de Ciência das Instituições;

Projeto básico Plataforma Brasil;

Projeto detalhado;

Termo de Ciência da academia;

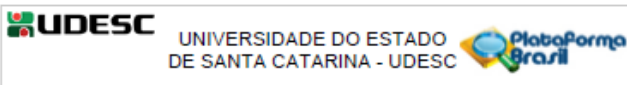
Carta resposta às pendências.

**Recomendações:**

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

As pendências solicitadas no parecer anterior foram cumpridas.

Endereço: Av. Madre Benvenuta, 2007  
 Bairro: Itacorubi CEP: 88.035-001  
 UF: SC Município: FLORIANÓPOLIS  
 Telefone: (48)3321-8195 Fax: (48)3321-8195 E-mail: cep@reitoria@udesc.br



Continuação do Parecer: 1.074.340

- 1) O pesquisador responsável é o prof. Fernando Diefenhaefer, sendo que seu nome deverá constar no TCLE, bem como endereço, telefone para contato e espaço para assinatura: ATENDIDO
- 2) Inserir o questionário em questão: ATENDIDO
- 3) Refazer o TCLE segundo resolução CONEP e modelo UDESC (<http://www.udesc.br/?id=1125>): ATENDIDO.

OBS:NO TCLE DEVERÁ CONSTAR O ENDEREÇO DO CEPI/UEDESC, POIS É QUEM FEZ A ANÁLISE ÉTICA DO PROJETO. O CEPI/UEDESC SERÁ A REFERÊNCIA PARA O PARTICIPANTE DA PESQUISA.

CEPI/UEDESC

Avenida Madre Benvenuta, 2007  
Itacorubi, Florianópolis  
88035-001  
Fone: 48 33218195  
cesph.reitoria@udesc.br

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

O Colegiado APROVA o Projeto de Pesquisa e Informa que, qualquer alteração necessária ao planejamento e desenvolvimento do Protocolo Aprovado ou cronograma final, seja comunicada ao CEPSH via Plataforma Brasil na forma de EMENDA, para análise sendo que para a execução deverá ser aguardada aprovação final do CEPSH. A ocorrência de situações adversas durante a execução da pesquisa deverá ser comunicada imediatamente ao CEPSH via Plataforma Brasil, na forma de NOTIFICAÇÃO. Em não havendo alterações ao Protocolo Aprovado e/ou situações adversas durante a execução, deverá ser encaminhado RELATÓRIO FINAL ao CEPSH via Plataforma Brasil até 60 dias da data final definida no cronograma, para análise e aprovação.

Lembramos ainda, que o participante da pesquisa ou seu representante legal, quando for o caso,

Endereço: Av. Madre Benvenuta, 2007	CEP: 88.035-001
Bairro: Itacorubi	
UF: SC	Município: FLORIANÓPOLIS
Telefone: (48)3321-8195	Fax: (48)3321-8195
E-mail: <a href="mailto:cesph.reitoria@udesc.br">cesph.reitoria@udesc.br</a>	



UNIVERSIDADE DO ESTADO  
DE SANTA CATARINA - UDESC



Continuação do Parecer: 1.074.340

bem como o pesquisador responsável, deverão rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE - apondo suas assinaturas na última página do referido Termo

FLORIANOPOLIS, 22 de Maio de 2015

---

Assinado por:

Claudia Mirian de Godoy Marques  
(Coordenador)

Endereço: Av. Madre Benvenuta, 2007 CEP: 88.035-001  
Bairro: Itacorubi  
UF: SC Município: FLORIANOPOLIS  
Telefone: (48)3321-8195 Fax: (48)3321-8195 E-mail: cep@reitoria@udesc.br

## ANEXO 2

### Carta de submissão artigo 1

**Journal of Strength and Conditioning Research**  
**Analysis of elbow's muscle strength parameters in jiu jitsu practitioners**  
 --Manuscript Draft--

<b>Manuscript Number:</b>	
<b>Full Title:</b>	Analysis of elbow's muscle strength parameters in jiu jitsu practitioners
<b>Short Title:</b>	Elbow's muscle strength in Jiu Jitsu practitioners
<b>Article Type:</b>	Original Research
<b>Keywords:</b>	Martial arts; Muscle strength dynamometer; Sports; Torque
<b>Corresponding Author:</b>	Fernando Diefenthaler, Ph.D. Universidade Federal de Santa Catarina Florianópolis, Santa Catarina BRAZIL
<b>Corresponding Author Secondary Information:</b>	
<b>Corresponding Author's Institution:</b>	Universidade Federal de Santa Catarina
<b>Corresponding Author's Secondary Institution:</b>	
<b>First Author:</b>	Bruno Follmer, BPhEd
<b>First Author Secondary Information:</b>	
<b>Order of Authors:</b>	Bruno Follmer, BPhEd Rodolfo André Dellagrana, BPhEd Luis Antonio Pereira de Lima, BEng Fernando Diefenthaler, Ph.D.
<b>Order of Authors Secondary Information:</b>	
<b>Manuscript Region of Origin:</b>	BRAZIL
<b>Abstract:</b>	This study aimed to describe and analyze strength parameters of elbow flexors (FLX) and extensors (EXT) from jiu jitsu (JJ) practitioners. Twenty-eight male JJ practitioners from blue to black belt volunteered to participate. Subjects performed maximum elbow FLX and EXT voluntary isometric contractions to determine peak torque (PT), rate of force development (RFD), and torque-angle (T-A) relationship at six elbow articular angles (45, 60, 75, 90, 105, and 120°). Dynamic contractions at 60°*s-1 were achieved to assess concentric (PTCON) and eccentric (PTEXC) peak torque from elbow FLX and EXT. Student t-test and ANOVA one way were performed to identify differences in PT between muscle groups and type of contraction. Significance level was set at 5%. Elbow FLX presented higher isometric PT than EXT for the majority of joint positions (45, 60, 75, and 90°). However, PTCON was higher for EXT (60.11 ± 11.46 N*m) compared to FLX (54.42 ± 10.24 N*m) during dynamic contractions, while there was no difference between muscle groups for PTECC. T-A relationship curve demonstrated the classic shape of inverted "U" previously described. However, EXT showed near maximal values for a broader range compared to FLX. Although highest PT was achieved at 75° for elbow FLX, RFD peak was observed at 60°, suggesting that JJ practitioners can have distinct elbow joint positions to generate maximal or explosive torque. Therefore, JJ practitioners presented optimal and unfavorable elbow angles for both maximum and explosive torque production, representing a valuable contribution to the scientific database regarding this population.
<b>Suggested Reviewers:</b>	Bruno Manfredini Baroni, Ph.D bmbaroni@yahoo.com.br Dr. Baroni has a great expertise in isokinetic dynamometer evaluation involving athletes.  Anastassios Philippou, Ph.D tphilipou@med.uoa.gr



## ANEXO 3

## Capa da publicação do Artigo 2

**RBCDH** Revista Brasileira de  
CINEANTROPOMETRIA  
e Desempenho Humano

DOI: <https://dx.doi.org/10.5007/1980-0037.2015v14n5p95>

original article

## Relationship of kimono grip strength tests with isokinetic parameters in jiu-jitsu athletes

### *Relação entre testes de resistência de força com o kimono com parâmetros isocinéticos em atletas de jiu jitsu*

Bruno Polimer<sup>1</sup>  
Rodolfo André Dellagrana<sup>1</sup>  
Emerson Franchini<sup>1</sup>  
Fernando Diefenthaler<sup>2</sup>

**Abstract** – The aim of the present study was to correlate two specific kimono grip strength tests (KGST) with elbow flexors and extensors isokinetic parameters in Jiu Jitsu (JJ) athletes. Fifteen male JJ athletes, from blue to black belt, participated in the study. The two KGST were: maximum static lift (MSL), and maximum number of repetitions (MNR), both gripping a kimono wrapped around a bar. Isokinetic tests consisted of three sets of 5 s elbow flexion-extension maximum voluntary isometric contraction (MVIC) in three different elbow angles (45, 90 and 120°), and two sets of five concentric-eccentric elbow flexion-extension maximum dynamic contractions at 60°·s<sup>-1</sup>, to determine peak torque (PT). Absolute values of MSL and MNR were 41.4 ± 16.2 s and 10 ± 5 reps, respectively, and tests presented a nearly perfect correlation among them (r=0.91; p<0.001). Significant correlations were reported between MNR and PT during MVIC for elbow flexors at 45° and 90°, elbow extensors at 120°, and during concentric and eccentric dynamic contractions for both flexors and extensors. Therefore, KGST were highly correlated with isokinetic parameters, and were nearly perfect correlated among them, supporting that one of the tests could be chosen to evaluate strength in JJ athletes. The MNR test presented apparently higher levels of relation than MSL, and provided significant information about muscle strength endurance in JJ athletes.

**Key words:** Martial arts; Muscle strength dynamometer; Sports.

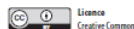
**Resumo** – O objetivo do presente estudo foi correlacionar dois testes de força (Kimono Grip Strength Tests - KGST) com parâmetros isocinéticos de flexores e extensores do cotovelo em atletas de Jiu Jitsu (JJ). Quinze praticantes do sexo masculino, faixa azul à preta, participaram do estudo. Os dois KGST foram: máximo tempo de sustentação (MTS), e o máximo número de repetições (MNR), ambos com a pegada no kimono enrolado em uma barra fixa. O protocolo isocinético consistiu em três séries de 5 s de contração voluntária isométrica máxima (CVIM) para flexores e extensores do cotovelo, em três ângulos articulares (45, 90 e 120°), e duas séries de cinco contrações dinâmicas no modo concêntrico-eccêntrico a 60°·s<sup>-1</sup>, para determinação do pico de torque (PT). Os valores absolutos do MTS e MNR foram 41,4 ± 16,2 s e 10 ± 5 repetições, respectivamente, e apresentaram uma correlação quase perfeita (r=0,91; p<0,001). Correlações significativas foram encontradas entre MNR e PT durante a CVIM de flexores a 45° e 90°, extensores a 120° e em contrações concêntricas e excêntricas para flexores e extensores. Portanto, os KGST foram altamente correlacionados com parâmetros isocinéticos, e com correlação quase perfeita entre si, concluindo que apenas um dos testes pode ser utilizado para avaliar força em atletas de JJ. O teste MNR parece apresentar maiores correlações quando comparado ao MTS e fornecer informações significantes sobre força muscular em atletas de JJ.

**Palavras-chave:** Artes marciais; Dinamômetro de força muscular; Esportes.

1 Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Desportos – Laboratório de Biomecânica. Florianópolis, SC, Brasil

2 Universidade de São Paulo. Escola de Educação Física e Esporte. Departamento de Esporte. São Paulo, SP, Brasil.

Received: 07 July 2015  
Accepted: 09 August 2015



## APÊNDICE 1

### **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)**

Este documento que você está lendo é chamado de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Ele contém explicações sobre o estudo que você está sendo convidado a participar. Antes de decidir se deseja participar (de livre e espontânea vontade) você deverá ler e compreender todo o conteúdo. Ao final, caso decida participar, você será solicitado a assiná-lo e receberá uma cópia do mesmo. Antes de assinar, faça perguntas sobre tudo o que não tiver entendido bem. A equipe deste estudo responderá as suas perguntas a qualquer momento (antes, durante e após o estudo). Sua participação é voluntária, o que significa que você poderá desistir a qualquer momento, retirando seu consentimento, sem que isso lhe traga qualquer prejuízo ou penalidade, bastando para isso entrar em contato com um dos pesquisadores responsáveis.

O(a) Senhor(a) está sendo convidado(a) para participar como voluntário(a) da pesquisa “ANÁLISE DAS VARIÁVEIS DE FORÇA DAS ARTICULAÇÕES DO OMBRO, COTOVELO E JOELHO DE PRATICANTES DE JIU JITSU DURANTE TESTE ISOCINÉTICO”, que tem o objetivo de avaliar variáveis neuromusculares (i.e. torque muscular) de praticantes de uma modalidade específica, o Jiu Jitsu. Acreditamos que essa pesquisa seja importante, pois nenhum estudo na literatura investigou tais variáveis com esta população. Para tal estão previstas duas visitas ao laboratório, com duração entre 1h30 a 2h, e uma visita a uma academia de musculação. Na primeira visita será avaliada a composição corporal, flexibilidade e o torque isométrico da articulação do ombro, cotovelo e joelho do membro dominante em diferentes ângulos. Posteriormente, o torque será medido durante uma situação de velocidade constante. Na segunda visita será simulado um combate de Jiu Jitsu, de 7 min de duração, entre você e um outro sujeito da pesquisa, da mesma categoria de graduação, idade, sexo e massa corporal, de acordo com a Confederação Brasileira de Jiu Jitsu. As avaliações de força realizadas na primeira visita serão repetidas antes e depois do combate simulado, para verificar a influência deste nos parâmetros de força. Na avaliação realizada na academia, você realizará dois testes específicos para a

modalidade. São testes de suspensão em barra com a pegada do Judogi, (i.e. pano do kimono). Trata-se de dois testes simples e rápidos, onde em um deles será registrado o tempo máximo de sustentação e no outro o número máximo de repetições.

O protocolo do presente estudo poderá trazer desconforto e cansaço muscular temporário, havendo possibilidade de mudanças anormais da frequência cardíaca e pressão sanguínea durante os testes. Durante o combate simulado você estará repetindo as mesmas ações que ocorrem em uma luta competitiva ou numa sessão de treinamento com um companheiro, portanto os desconfortos serão os mesmo aos que você já está acostumado em sua rotina de treinamento. Nos dois testes específicos da modalidade o único desconforto previsto é a fadiga muscular aguda causada por um teste máximo.

Os benefícios que esperamos com o estudo são: diagnosticar quais ângulos das articulações avaliadas (ombro, cotovelo e joelho) o praticante de jiu jitsu produz mais força, bem como se há desequilíbrios entre o grupo muscular flexor e extensor, que constitui um reconhecido fator de risco de lesão. Verificar o comportamento da força antes e após o combate simulado pode auxiliar na sua preparação. Por exemplo, os músculos que são mais comprometidos com a eventual perda de força podem ser reconhecidos e posteriormente melhor treinados em sua rotina de treinamento.

É importante esclarecer que, caso você decida não participar, não existem quaisquer empecilhos. Em caso de algum problema relacionado com a pesquisa você terá direito à assistência gratuita que será prestada pelo pesquisador responsável. Se você estiver de acordo em participar deste estudo, garantimos que as informações desta pesquisa serão confidenciais, e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação. Caso tiver alguma dúvida em relação aos objetivos e procedimentos da pesquisa, por favor, entre em contato a qualquer momento com os pesquisadores responsáveis Bruno Follmer e Fernando Diefenthaler pelos telefones (48) 37218530 (BIOMEC), (48) 84892641 (Bruno - brunofollmer@hotmail.com) e (48) 99883591 (Fernando - fernando.diefenthaler@ufsc.br), ou pessoalmente no Laboratório de Biomecânica do CDS/UFSC.

Dúvidas sobre a pesquisa envolvendo princípios éticos poderão ser questionadas ao Comitê de Ética em Pesquisa da UFSC localizado na Biblioteca Universitária Central - Setor de Periódicos (térreo), atrás dos arquivos deslizantes, CEPESH Universidade Federal de Santa Catarina Pró-Reitoria de Pesquisa, Contatos: (48) 3721-9206 cep.propesq@contato.ufsc.br. Horário de funcionamento: 2ª a 6ª feira – 07:00h às 19:00h. Equipe da Secretaria: Elaine Lúcia Siegel Aguiar (Técnico-Administrativo em Educação) e Veridiana Bertelli Ferreira de Oliveira (Técnico-Administrativo em Educação).

Reclamações e/ou insatisfações relacionadas à participação do paciente na pesquisa poderão ser comunicadas por escrito à Secretaria do CEP/UFSC, desde que os reclamantes se identifiquem, sendo que o seu nome será mantido em anonimato.

Caso esteja esclarecida para o(a) senhor(a) a finalidade desta pesquisa e se concorda em participar, solicitamos que assine este Termo de Consentimento. Agradecemos antecipadamente a atenção dispensada e a sua colaboração, coloca-mo-nos a sua disposição para quaisquer esclarecimentos.

Florianópolis, \_\_\_\_\_, de \_\_\_\_\_ de 2014.

---

---

Nome participante  
Assinatura do participante

---

---

Nome pesquisador responsável  
Assinatura do pesquisador responsável

**Autorização:**

Eu, ....., após a leitura deste documento e ter tido a oportunidade de conversar com o pesquisador responsável, para esclarecer todas as minhas dúvidas, acredito estar suficientemente informado, ficando claro para mim que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais serei submetido, dos possíveis danos ou riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade e esclarecimentos sempre que desejar. Diante do exposto expresso minha concordância de espontânea vontade em participar deste estudo.

.....  
Assinatura do voluntário

.....  
Assinatura de uma testemunha

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste voluntário para a participação neste estudo.

.....  
Assinatura do responsável pela obtenção do TCLE

Bruno Follmer

Servidão Paulo Simão Martins, 35 casa 01, Florianópolis

48. 84892641

brunofollmer@hotmail.com

Comitê de Ética em Pesquisa - UFSC

Localização: Biblioteca Universitária Central – Setor de Periódicos (térreo), atrás dos arquivos deslizantes.

**APÊNDICE 2**

## Ficha de coleta de informações dos participantes do estudo

Nome \_\_\_\_\_ Nascimento: \_\_\_\_\_

Data \_\_\_\_\_ Faixa \_\_\_\_\_ Telefone: \_\_\_\_\_

Faz treinamento de musculação para ( )Membros Inferiores ( )Membros Superiores ( ) Não faz

Quantas vezes por semana treina musculação? \_\_\_\_\_

Quantas vezes por semana treina Jiu Jitsu? \_\_\_\_\_

Há quanto tempo pratica o jiu jitsu? \_\_\_\_\_

Há quanto tempo vem treinando sem parar? \_\_\_\_\_

Qual a duração média de cada sessão de treino de Jiu Jitsu? \_\_\_\_\_

Utiliza algum suplemento alimentar? ( )Sim ( )Não

Qual?..... Quantas vezes por semana?.....

## APÊNDICE 3

### Ficha de coleta de dados dos testes da visita ao laboratório

<b>Nome</b> _____	<b>Faixa:</b> _____																																																																									
<b>Data:</b> _____																																																																										
<b>Massa:</b> _____ kg		<b>CVIM</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>FLEX</th> <th>EXT</th> <th>FLEX</th> <th>EXT</th> <th>FLEX</th> <th>EXT</th> <th>FLEX</th> <th>EXT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>45º</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>60º</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>75º</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>90º</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>105º</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>120º</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Fadiga</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		FLEX	EXT	FLEX	EXT	FLEX	EXT	FLEX	EXT	45º									60º									75º									90º									105º									120º									Fadiga								
	FLEX		EXT	FLEX	EXT	FLEX	EXT	FLEX	EXT																																																																	
45º																																																																										
60º																																																																										
75º																																																																										
90º																																																																										
105º																																																																										
120º																																																																										
Fadiga																																																																										
<b>Estatura:</b> _____ cm																																																																										
<i>Triceps</i>																																																																										
<i>Biceps</i>																																																																										
<i>Peitoral</i>																																																																										
<i>Subescapular</i>																																																																										
<i>Toracica</i>																																																																										
<i>Suprailiaca</i>																																																																										
<i>Abdominal</i>																																																																										
<i>Coxa</i>																																																																										
<i>Panturrilha</i>																																																																										
<i>%bf Pollock 7</i>																																																																										
<b>Flexibilidade:</b> _____ cm    _____ cm    _____ cm																																																																										
<b>Handgrip D</b>	1- _____ 2- _____ 3- _____																																																																									
<b>Handgrip E</b>	1- _____ 2- _____ 3- _____																																																																									
		<b>PT 60º/s</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>FLEX</td> <td>CONC</td> <td>EXC</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>EXT</td> <td>CONC</td> <td>EXC</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	FLEX	CONC	EXC				EXT	CONC	EXC																																																															
FLEX	CONC	EXC																																																																								
EXT	CONC	EXC																																																																								