

**LUCIANA FERREIRA**

**ANÁLISE DE PARÂMETROS CINEMÁTICOS NO  
DESEMPENHO DO CHUTE GIRO DORSAL NO KARATÊ.**

Dissertação apresentado ao Programa de Pós Graduação em Ciências do Movimento Humano da Universidade do Estado de Santa Catarina-UDESC como pré-requisito para obtenção do título de mestre em Ciências do Movimento Humano.

Orientador: Prof. Dr. Noé Gomes Borges Junior.

Co-Orientador: Prof. Dr. Aníbal Alexandre Campos Bonilla.

**FLORIANÓPOLIS, SC  
2013**

F383a

Ferreira, Luciana

Análise de parâmetros cinemáticos no desempenho do chute giro dorsal no karatê / Luciana Ferreira. – 2013.

108 p. : il. ; 30 cm

Bibliografia

Orientador: Noé Gomes Borges Junior.

Coorientador: Aníbal Alexandre Campos Bonilla.

Dissertação (mestrado)—Universidade do Estado de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, 2013.

1. Cinemática. 2. Mecânica humana. 3. Karatê. I. Borges Junior, Noé Gomes. II. Bonilla, Aníbal Alexandre Campos. III. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano. IV. Título.

CDD – 612.76

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca do CEFID/UEDESC

**LUCIANA FERREIRA**

**ANÁLISE DE PARÂMETROS CINEMÁTICOS NO  
DESEMPENHO DO CHUTE GIRO DORSAL NO KARATÊ.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano do Centro de Ciências da Saúde e do Esporte – CEFID, da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.

**Banca Examinadora**

Orientador:

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Noé Gomes Borges Junior  
Universidade do Estado de Santa Catarina- UDESC.

Co-orientador

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Aníbal Alexandre Campos Bonilla  
Universidade do Estado de Santa Catarina- UDESC.

Membro:

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Kazuo Kawano Nagamine  
Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto-  
FAMERP.

Membro:

\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup> Monique da Silva Gevaerd Loch  
Universidade do Estado de Santa Catarina- UDESC.

**Florianópolis, 19 de julho de 2013.**



*Dedico esse trabalho as minhas guerreiras, minha Mãe e minha Avó Neide. Por ter me educado no amor e na dignidade, e por ter me ensinado a sonhar e a correr atrás dos meus sonhos.*



## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus por me iluminar, motivar e guiar na realização deste trabalho que tanto sonhei. Sem sua proteção e força nos momentos difíceis, talvez eu não estivesse finalizando este estudo.

Ao meu orientador, mestre e amigo professor Noé Gomes Borges Junior, que soube orientar, conversar e transmitir seus conhecimentos. Exemplo de humildade, a quem tenho enorme carinho e estima, por conceder-me a oportunidade de trabalhar ao seu lado, que se faz mais que um mestre, um grande amigo de todas as horas. Agradeço pela orientação e pela amizade!

A uma pessoa que tive o prazer de conhecer no meio dessa caminhada, que ganhou mais que minha admiração, mas todo meu amor, carinho e respeito. Obrigada por cuidar de mim, por fazer parte da minha vida, por seus ensinamentos, rabugices, paciência, dedicação e amor.

Aos meus pais Osmar e Eliane, e aos meus queridos irmãos Luana e Luan, que nunca negaram esforços para que eu realizasse meus sonhos, mesmo com a distância e problemas do dia-a-dia, sempre me apoiaram em todas as minhas decisões. Amo vocês!

A Professora Dr. Ana Claudia e ao seu esposo George, que durante projetos, pilotos, coletas, artigos, não mediram esforços, me auxiliando e orientado no que fosse necessário. Meu Muito Obrigado!!!

Aos amigos de Brusque, principalmente aos meus tios e amigos Neuza e Evandro. Faltam-me palavras para agradecer a cada um de vocês pela disponibilidade, compreensão, cumplicidade, paciência e amizade

Aos meus amigos do Labin durante essa caminhada, principalmente á Aninha, Caren, Rodrigo, Vinicius e Lucas por todo o companheirismo, bobagens, vinhos, almoços e conversas durante esses anos de caminhada. Aos meus colegas e amigos Aline e Patrick, que dividem comigo o mesmo teto, por nossos cafés, almoços, jantares e festas. Pelas boas gargalhadas, histórias, pelo constante incentivo e amizade.

As bolsistas, Aline Dandara, Ana Flavia, Maria, Briane, pela amizade, momentos de descontração e convívio nesses dois anos.

À Universidade Estadual de Santa Catarina e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, pela oportunidade de proporcionar a mim e aos demais colegas este espaço de formação acadêmica e desenvolvimento profissional. Principalmente as nossas queridas Solange e Marisa sempre eficientes e dispostas a ajudar, orientar e nos agraciar com suas amizades. Aos professores do programa, que em suas caminhadas nos direcionaram os melhores ensinamentos.

Aos professores: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Monique da Silva Gevaerd, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Susana Domenech, Prof Dr Alexandre, Prof Dr. Erico e ao Prof Dr. Kazuo pelo auxílio para a melhoria deste trabalho e como membros da banca examinadora.

A prefeitura Municipal de Guabiruba, que me concedeu afastamento para o estudo, e as Professoras Ivana, Fernanda e Marcia, pelo constante incentivo, amizade e preocupações comigo.

A associação de Artes Marciais Shubu-Dô. Aos atletas que colaboraram com muita disposição para a coleta de dados.

E àqueles, que neste momento não foram mencionados, mas que estiveram presentes durante todo este tempo, embora não fisicamente. Muito obrigada, por fazerem parte da minha vida.



## RESUMO

FERREIRA, Luciana. 2013. **Análise de parâmetros cinemáticos no desempenho do chute giro dorsal no karatê.** 2013. 108f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, Florianópolis, 2013.

Este estudo objetivou analisar os parâmetros cinemáticos durante a execução do chute giro dorsal no Karatê. Participaram doze atletas adultos de karatê, sexo masculino, de alto rendimento, faixa preta há pelo menos cinco anos, filiados a Associação de Artes Marciais Shubudô. As coletas foram realizadas no Laboratório de Instrumentação, CEFID-UDESC, utilizando os instrumentos: alvo instrumentado, tapete de contato e um sistema de centrais inerciais MVN *Studio*. Para verificar a normalidade dos dados, utilizou-se o teste de *Shapiro Wilk*. Comprovada a normalidade utilizou-se a estatística descritiva: média, desvio padrão e o coeficiente de variação (CV%) para descrever as variáveis antropométricas, cinética e cinemáticas. Para determinar a contribuição das variáveis cinemáticas sobre o desempenho do chute utilizou-se regressão linear simples. O nível de confiabilidade adotado em todos os casos foi de 95%. Os resultados evidenciaram que: os atletas apresentam valores de estatura, comprimento de membro inferior e massa corporal próximos à média encontrada na literatura. O valor médio obtido de impulso foi de  $78,06 \pm 19,84 \text{ N.s}$  e para o impulso normalizado pela massa dos atletas o valor médio encontrado foi de  $0,98 \pm 0,18 \text{ N.s.kg}^{-1}$ ; em relação ao tempo de execução total do chute giro dorsal foi encontrado uma média  $0,32 \pm 0,03 \text{ s}$ ; para a velocidade máxima do pé (m/s) durante a execução do chute giro dorsal foi encontrado uma média de  $10,72 \pm 1,21 \text{ m/s}$ , para a velocidade do pé no instante do impacto foi verificado uma média de  $4,13 \pm 1,44 \text{ m/s}$ ; os valores dos ângulos mínimos da articulação do joelho durante a execução do chute foram de  $55,27 \pm 14,11^\circ$ ; no momento do impacto a média do ângulo da articulação do joelho foi de  $79,08 \pm 12,05^\circ$ ; em relação a amplitude da articulação do joelho foi encontrado uma média de  $21,96 \pm 5,90^\circ$ . No que

diz respeito às contribuições das variáveis cinemáticas sobre o desempenho do chute giro dorsal, verificou-se que: a amplitude da articulação do joelho a partir do ângulo mínimo tem uma forte correlação com o impulso ao analisar os atletas individualmente, e uma moderada correlação ao analisar todos os atletas em conjuntos ( $R^2$  ajustado = 0,682). Em relação ao tempo de execução do chute de todos os atletas encontrou-se uma moderada correlação ( $R^2$  ajustado=0,658) com o menor ângulo da articulação do joelho, entretanto ao analisar os atletas individualmente foi encontrada uma forte correlação em todos os casos. Concluindo, as variáveis com maior relação com o desempenho do chute giro dorsal foram a maior amplitude da articulação do joelho quando relacionado com o impulso, e o menor ângulo da articulação do joelho quando verificada a relação com o tempo de execução. Portanto para um melhor desempenho do chute, o atleta deverá enfatizar o padrão seqüencial de movimento, girando o tronco e quadril, flexionando a articulação do joelho e finalizando com uma maior extensão do joelho em direção ao alvo.

**Palavras-chave:** Chute Giro Dorsal. Karatê. Cinemática. Cinética.

## ABSTRACT

FERREIRA, Luciana. **Analysis of the kinematic parameters during the execution of the back kick in Karate.** 2013. 108f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, Florianópolis, 2013.

This study aimed to analyze the kinematic parameters during the execution of the back kick in Karate. Twelve athletes attended adults karate, male, high-yield, black belts for at least five years, affiliated to Martial Arts Association Shubu-Do. Samples were collected at Instrumentation Laboratory, CEFID-UDESC using instruments: instrumented target, contact carpet and a system of central inertial MVN Studio. To verify the normality of the data, we used the Shapiro Wilk. Proven normality we used descriptive statistics: mean, standard deviation and coefficient of variation (CV%) to describe the anthropometric variables, kinetics and kinematics. To determine the contribution of kinematic variables on the performance of the kick we used simple linear regression. The confidence level adopted in all cases was 95%. The results showed that: the athletes present values of height, leg length and body mass close to the average found in the literature. The average value of momentum was  $78.06 \pm 19.84 \text{ N.s}$  and for momentum normalized by the mass of athletes the mean value was  $0.98 \pm 0.18 \text{ N.s.kg}^{-1}$ , compared to the total execution time turning the kick back found an average  $0.32 \pm 0.03 \text{ s}$ , to the foot speed (m/s) during execution of the turning effort has been found dorsal an average of  $10.72 \pm 1.21 \text{ m/s}$  for the velocity of the foot at the moment of impact was observed an average of  $4.13 \pm 1.44 \text{ m/s}$ ; minimum values of the angles of the knee joint during the execution of the kick were  $55.2 \pm 14.11^\circ$ , when the average impact angle of the knee joint was  $79.08 \pm 12.05^\circ$ , relative amplitude of the knee joint was found an average  $21.96 \pm 5.90^\circ$ , of with respect to the contributions of the kinematic variables on the performance of the kick back spin, it was found that: the amplitude of the knee joint from the minimum angle has a strong correlation with the impetus to examine the individual athletes, and a moderate correlation to analyze all the athletes in sets (adjusted  $R^2 = 0.682$ ). Regarding the runtime kick all athletes found a moderate correlation (adjusted  $R^2 =$

0.658) with the lowest angle of the knee joint, however when analyzing the individual athletes found a strong correlation in all cases. In conclusion, the variables more related with the performance of the kick turning back were the highest amplitude of the knee joint as it relates to the impulse, and the smallest angle of the knee joint when checked the relationship with the runtime. So for better performance of the kick, the athlete should emphasize the sequential pattern of movement, rotating the trunk and hip, flexing the knee joint and ending with greater knee extension toward the target.

**Keywords:** Back kick. Karate. Kinematics. Kinetic.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Características antropométricas dos atletas de karatê. ....	61
Tabela 2 - Idade e tempo de prática dos atletas do estudo. ....	64
Tabela 3 - Descrição do impulso e o impulso normalizado pela massa dos atletas durante a execução do chute giro no karatê.....	66
Tabela 4 - Descrição do tempo de execução total do chute giro dorsal	68
Tabela 5 - Descrição da velocidade máxima do pé e velocidade do pé no momento do impacto do chute giro dorsal. ....	71
Tabela 6 - Descrição do ângulo mínimo da articulação do joelho, amplitude do ângulo da articulação do joelho e ângulo da articulação do joelho no momento do impacto na execução do chute giro dorsal no Karatê.....	73
Tabela 7 - Contribuição da amplitude da articulação do joelho sobre o impulso do chute giro dorsal.....	77
Tabela 8 - Contribuição do ângulo mínimo da articulação do joelho sobre o desempenho do impulso do chute giro dorsal.....	81
Tabela 9 - Contribuição do ângulo mínimo joelho sobre o tempo de execução do chute giro dorsal. ....	82
Tabela 10 - Contribuição da amplitude da articulação do joelho sobre o tempo de execução do chute giro dorsal.....	79



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização dos sensores MTx e MTx-L .....	47
Figura 2 - Alvo instrumentado construído para o estudo. ....	48
Figura 3 - Tapete de contato (SaltoBras <sup>®</sup> Sistema). ....	49
Figura 4 - Medição do comprimento do membro inferior de chute (CC e CP) .....	51
Figura 5 - Calibração na posição neutra N-Pose (A); abdução, T-Pose (B) e Squat (C). ....	52
Figura 6 - Sequência de execução do chute giro dorsal no karatê. ....	53
Figura 7 - Representação gráfica do impulso (Newton vezes segundo) ..	54
Figura 8 - Tempo de execução total do chute (s). ....	55
Figura 9- Velocidade máxima do pé .....	56
Figura 10- Velocidade do pé no momento do impacto .....	56
Figura 11- Ângulo mínimo do joelho.....	57
Figura 12- Ângulo da articulação do joelho no momento do impacto ..	58
Figura 13 - Amplitude da articulação do joelho.....	59





## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

cm	Centímetro
CEFID	Centro de Ciências da Saúde e do Esporte
CP	Comprimento da coxa
CP	Comprimento da perna
dp	Desvio padrão
EMG	Eletromiografia
FPM	Força de prensão manual
FIFA	Fédération Internationale de Football Association
graus/s	Graus por Segundo
°	Grau
Hz	Hertz
IMC	Índice de massa corporal
kg	Quilograma
m	Metro
MTx	e <i>Motion tracker</i>
MTx-L	
m/s <sup>2</sup>	Metro por segundo ao quadrado
LABIN	Laboratório de Instrumentação
N	Newton
rad/s	Radiano por segundo
rad	Radiano
s	Segundo
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>21</b>
1.1 PROBLEMA .....	21
1.2 JUSTIFICATIVA .....	22
1.3 OBJETIVOS.....	23
<b>1.3.1 Objetivo Geral .....</b>	<b>23</b>
<b>1.3.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>23</b>
1.2 DELIMITAÇÕES DO ESTUDO .....	23
1.3 LIMITAÇÕES DO ESTUDO .....	24
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>25</b>
2.1 KARATÊ COMO MODALIDADE ESPORTIVA.....	25
2.2 A BIOMECÂNICA COMO FERRAMENTA DE ANÁLISE EM ESPORTES .....	26
2.3 TENDÊNCIAS DOS ESTUDOS SOBRE O CHUTE NAS ARTES MARCIAIS .....	33
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>45</b>
3.1 CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO.....	45
3.2 SUJEITOS .....	45
3.3 INSTRUMENTAÇÃO .....	46
<b>3.3.1. Ficha cadastral.....</b>	<b>46</b>
<b>3.3.2 Antropometria .....</b>	<b>46</b>
<b>3.3.3 Sistema de aquisição de variáveis cinemáticas .....</b>	<b>46</b>
<b>3.3.4 Alvo instrumentado.....</b>	<b>48</b>
<b>3.3.5 Tapete de contato- SaltoBras® Sistema.....</b>	<b>49</b>
3.4 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS. ....	50
<b>3.4.1 Coleta propriamente dita.....</b>	<b>50</b>
3.5 PROCESSAMENTO DOS DADOS. ....	53
3.6 VARIÁVEIS DO ESTUDO .....	54
3.7 TRATAMENTO ESTATÍSTICO .....	59
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>61</b>
4.1 DESCRIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS DOS ATLETAS DE KARATÊ. ....	61
4.2 DESCRIÇÃO DO IMPULSO (N.s) E IMPULSO NORMALIZADO PELA MASSA DOS ATLETAS (N.s.KG <sup>-1</sup> ) DURANTE A EXECUÇÃO CHUTE GIRO DORSAL DO KARATÊ.....	66
4.3 DESCRIÇÃO DO TEMPO DE EXECUÇÃO TOTAL DO CHUTE GIRO DORSAL NO KARATÊ.....	68
4.5 DESCRIÇÃO DO ÂNGULO MÍNIMO DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO, AMPLITUDE DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO E	

ÂNGULO DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO NO MOMENTO EM QUE O PÉ ENTRA EM CONTATO COM O ALVO .....	73
4.6 CONTRIBUIÇÃO DE VARIÁVEIS CINEMÁTICAS SOBRE O DESEMPENHO DO CHUTE GIRO DORSAL NO KARATÊ. ....	76
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>87</b>
<b>6 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>89</b>
<b>7 APÊNDICES .....</b>	<b>103</b>
7.1 APÊNDICE A- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO .....	103
7.2 APÊNDICE B- CONSENTIMENTO PARA FOTOGRAFIAS, VÍDEOS E GRAVAÇÕES. ....	106
7.3 APÊNDICE C - FICHA CADASTRAL .....	107
<b>8 ANEXOS .....</b>	<b>108</b>
8.1 ANEXO A-COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS.....	108

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 PROBLEMA

Os fundamentos do Karatê consistem em técnicas de ataque (socos e chutes) e de defesa (OLIVEIRA, 1982; SIDTHILAW, 1997; PEARSON, 1997; PECORAIOLI; PICANÇO, 2004; PECORAIOLI, MERNI, 2007; MARTINS, PINTO, MELO, 2010). No contexto científico vários estudos (O'SULLIVAN *et al.* 2009; FALCO *et al.*, 2009; POZO, BASTIEN, DIERICK, 2011; ESTEVAN *et al.*, 2012) vêm buscando analisar características mecânicas do chute no karatê, fundamento que possui grande diferencial em função do seu alto índice de utilização durante os treinamentos e competições, e por ser uma técnica que pode definir um combate (por pontos marcados e nocaute) (OLIVEIRA, 1982; PECORAIOLI, MERNI, 2007; TANG, CHANG, NIEN, 2007; MARTINS, PINTO, MELO, 2010).

Na literatura científica consultada verificou-se que poucos estudos avaliaram a cinemática e cinética de chutes, com predominância na modalidade do Taekwondo (SERINA; LIEU, 1991; PEARSON, 1997; TANG, CHANGE, NIEN, 2007; FALCO *et al.*, 2009; KIM, KIM, 2011; WAŚIK, 2011; ESTEVAN *et al.*, 2012). Constatou-se que os estudos sobre a biomecânica dos chutes no karatê igualmente são escassos, todavia Aguiar (2002) avaliou e quantificou o pico do impacto e a força gerada no segmento superior em atletas da seleção adulta e juvenil. Hofmann; Witte e Emmermacher (2008) objetivaram caracterizar o soco invertido de Karatecas faixas pretas, utilizando o sistema *Vicon*. Contudo em relação ao fundamento do chute, Oliveira *et al.* (2009) compararam o desempenho no chute *Mae-Geri* entre o membro dominante e o membro não dominante; Martins; Pinto e Melo (2010), analisaram a cinemática do chute semicircular envolvendo o quadril e tornozelo de atletas faixa preta e Pozo, Bastien, Dierick (2011), compararam o tempo de execução, a cinética e a cinemática do chute *mae-geri* em atletas nacionais e internacionais, analisando chutes com o membro inferior dominante sobre uma superfície de impacto, combinando força e velocidade. Os demais estudos buscaram comparar variáveis lineares, angulares, momentos de força e impacto das articulações do quadril, joelho e tornozelo de atletas de alto nível do sexo masculino e feminino, nas modalidades *thai-boxe e taekwondo* (FALCO *et al.*, 2009; PECORAIOLI; MERNI, 2007).

Considerando o seu potencial de ataque, o chute giro dorsal tem sua preferência de aplicação entre os gestos técnicos do karatê, por sua eficiência motora e rapidez de execução. Em muitas ocasiões, pode levar o adversário ao nocaute, devido a magnitude do movimento. A aplicação deste chute em competições do estilo *Shubu-Dô*, corresponde a 02 (dois) pontos quando aplicado em direção à cabeça e 01 (um) ponto em direção ao abdômen, pontuação relevante na busca pelo nocaute técnico (OLIVEIRA, 1982).

Especificamente sobre o chute giro dorsal, três estudos analisaram sua mecânica, Kim e Kim (2005), investigaram a diferença das características biomecânicas dos chutes no taekwondo, entre estes o chute giro dorsal em atletas de elite, Lee e Chen (2008) investigaram a influência da perna de apoio no desempenho do chute giro dorsal em atletas de taekwondo e Falco, Estevan e Vieten (2011) avaliaram o tempo de reação, o tempo de execução e o tempo total do chute giro dorsal também com atletas de taekwondo. Entretanto, no karatê nenhum estudo na literatura disponível e consultada investigou as características cinemáticas do chute giro dorsal.

Diante do exposto e da lacuna na literatura no que se refere aos estudos em biomecânica que objetivaram a análise dos parâmetros que definem o sucesso para a execução do chute giro dorsal no Karatê, formulou-se a seguinte questão: **Quais as variáveis cinemáticas determinam o desempenho do chute giro dorsal no karatê do estilo *Shubu-Dô*?**

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Embora as diversas áreas do conhecimento tenham se interessado pelo estudo das artes marciais, em especial o Karatê, as avaliações envolvendo estudos com os gestos técnicos são escassas. Desta forma, a análise da eficiência mecânica do chute giro dorsal visa determinar os fatores cinemáticos que contribuem para um bom desempenho, sendo estas avaliações de fundamental importância para a melhoria das técnicas do Karatê e outras artes marciais.

Avaliar o chute por parte da equipe técnica desportiva remete à reorganização das tarefas motoras com o objetivo de melhorar o processo de aprendizagem e o desempenho esportivo de alto nível. Tendo-se em mãos a possibilidade de identificar, avaliar e aperfeiçoar as variáveis de maior repercussão no desempenho do chute giro dorsal no karatê.

O conhecimento gerado por este estudo permitirá a técnicos e atletas, revisar métodos e formas de treinamento, bem como, aperfeiçoamento da execução técnica desta habilidade motora (chute giro dorsal) avaliando e redimensionando os treinamentos. Além disto, oportunizará avaliar, os efeitos sobre o resultado final do combate em busca de um melhor desempenho. Para tanto, existe a necessidade de ampliar conhecimentos com uso de referencial e métodos de investigação e interpretação dos movimentos da técnica do chute avaliando sua funcionalidade, aplicabilidade e efetividade competitiva no karatê.

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 Objetivo Geral

Analisar os parâmetros cinemáticos durante a execução do chute giro dorsal no karatê estilo *Shubu-Dô* e definir quais parâmetros determinam o melhor desempenho do chute giro dorsal.

#### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Descrever as características antropométricas: massa corporal (kg); estatura (m) e comprimento do membro inferior dominante (m);
- Mensurar a variável cinética impulso (N.s) e impulso normalizado pela massa dos atletas ( $N.s.kg^{-1}$ ) no impacto;
- Avaliar o tempo de execução total (s) do chute giro dorsal;
- Verificar a velocidade máxima do pé (m/s) e velocidade do pé no momento do impacto (m/s);
- Avaliar o ângulo mínimo da articulação do joelho (graus), ângulo da articulação do joelho no momento do impacto (graus) e amplitude da articulação do joelho (graus);
- Identificar e verificar a contribuição de algumas variáveis cinemáticas sobre o desempenho do chute giro dorsal.

### 1.2 DELIMITAÇÕES DO ESTUDO

Este estudo delimitou-se em analisar algumas variáveis cinemáticas e cinética do chute giro dorsal no karatê, em atletas faixa preta de alto nível técnico (segundo ranqueamento da Associação de

Artes Marciais *Shubu-Dô*), com tempo de treino, nesta graduação, superior a 5 anos.

### 1.3 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

As limitações para a realização deste estudo foram:

1. Tipo de vestimenta adotado para a coleta de dados. Os atletas utilizam kimonos em seus treinamentos e nas competições, sendo que para participar deste estudo, vestiram *shorts*.

2. Ambiente laboratorial: por ser um ambiente diferente daquele vivenciado nas rotinas dos atletas, e o fato de ser uma sala equipada com instrumentos que registram movimentos (chutes) pelos pesquisadores, os atletas podem ficar constrangidos devido ao procedimento laboratorial para a coleta dos dados. Para minimizar este fator “ambiental”, estiveram presentes apenas durante a coleta somente os pesquisadores, sendo oportunizado um momento inicial para que o atleta pudesse conhecer os procedimentos os quais ia ser submetido, enquanto se deslocava no ambiente.

3. O fato do movimento dos atletas serem monitorados com o equipamento (centrais inerciais) pode ter levado a uma adaptação na execução do chute, o qual pode ter sido executado com incremento na velocidade e amplitude dos movimentos, ou movimentos mais curtos, com menor velocidade e amplitude, interferindo no real valor das variáveis selecionadas para o estudo.

4. Outra limitação pode ter sido o número reduzido de repetições do chute giro dorsal por atleta.

5. E o uso do alvo instrumentado que é diferente do corpo humano, portanto, foi adaptado para a realização laboratorial do estudo.



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Com a finalidade de fundamentar o problema do estudo e identificar lacunas na literatura serão abordados neste capítulo: Karatê como modalidade esportiva; a biomecânica como ferramenta de análise em esportes e as tendências dos estudos relacionados ao chute nas artes marciais.

### 2.1 KARATÊ COMO MODALIDADE ESPORTIVA

O combate desarmado nasceu desde muito antes do que a própria história que se tenha conhecimento, por isso, segundo Soares (1998), as origens mais antigas da arte são pouco definidas, escondidas frequentemente no folclore de uma variedade de culturas de todo o mundo. Recebendo mais popularidade, não só como defesa pessoal, mas como esporte de combate, possui além do sentido marcial e filosófico, a necessidade de se desenvolver como esporte (MARTINS; KANASHIRO, 2010; SOUZA, 2011).

Várias formas de combate desarmado foram praticadas na Índia, na China, Formosa e *Okinawa*, ao sul do Japão (SILVARES, 1987). De acordo com Soares (1998), em *Okinawa*, a luta de "mãos vazias", em certo momento, eram praticadas em segredo por causa da influência dos senhores feudais japoneses que tinham conquistado a ilha e, por isso, proibiam que seus subordinados carregassem as armas. Este autor destaca que o ato de proibição das armas fez com que muitos dos povos comessem a praticar formas de combate desarmado. A partir daí, nascia à arte marcial Karatê tendo como base filosófica o *Budo* japonês, a qual busca constantemente o aperfeiçoamento, autocontrole e a harmonização do meio (SILVARES, 1987; SOARES, 1998).

O propósito original de artes marciais era para se proteger contra adversários. Conseqüentemente, a ênfase foi colocada no desenvolvimento de técnicas que iriam desativar um adversário. Enquanto autodefesa é ainda importante na sociedade moderna, os torneios a tornaram uma forma popular de testar técnicas próprias. Dentre as artes marciais orientais, o karatê é uma das artes mais praticadas e populares, sendo praticada por milhares de pessoas e em alguns países costuma ser disciplina obrigatória em cursos regulares nas universidades (MARTINS, KANASHIRO, 2010; SOUZA, 2011).

Atualmente o "Karatê" é considerado uma modalidade esportiva de contato determinado pela luta entre dois atletas, por meio

de chutes e socos, que visam atingir o tronco e a cabeça do adversário. A competição entre os dois atletas exige alto grau de concentração e ótimo tempo de reação devido à velocidade em que os ataques ocorrem (GELATTI *et al.*, 2007). É uma forma dinâmica de autodefesa sem armas que utiliza o corpo, e pode ser distinguida de outras artes marciais por seu foco na técnica de chutes (STERKOWICZ-PRZYBYCIEN, 2010).

Nos fundamentos do karatê, suas técnicas utilizam basicamente as mãos, os cotovelos, os pés e os joelhos como armas de ataque (socos e chutes) e de defesa (PECORAIOLI, MERNI, 2007; PICANÇO, 2004). Com o aumento de sua popularidade no Ocidente, o Karatê tem vindo a se tornar cada vez mais competitivo. Trazendo para os atletas uma necessidade constante de melhoria de seu desempenho, tornando-se essencial uma contínua atualização e implementação do treino das mais variadas técnicas (BESSA, 2009).

Especificamente ao chute, destaca-se o chute giro dorsal por ser muito utilizado nas competições em função de sua eficiência técnica e rapidez na execução. A aplicação deste chute em competições do estilo, corresponde a 2 pontos quando aplicado em direção à cabeça e 1 ponto em direção ao abdômen. Deste modo têm-se como propósito de seu treinamento, obter um ataque explosivo ao alvo, usando a técnica apropriada e o máximo de força no menor tempo possível (SOARES, 1998; TORRES, 2006). No estilo de Karatê Shubu-Dô o chute giro dorsal é utilizado na competição não somente para marcação de pontos, mas também pela busca do nocaute técnico. (OLIVEIRA, 1982). Maximizar a força do impacto dos chutes é benéfico para todas as principais formas de ataque e pré-defesa no Karatê.

O Karatê evoluiu em sua utilização e atualmente é parte importante dos eventos internacionais, além de objeto de investigação científica, portanto a análise biomecânica é fundamental, para compreender os mecanismos que influenciam no desempenho do atleta.

## 2.2 A BIOMECÂNICA COMO FERRAMENTA DE ANÁLISE EM ESPORTES.

Uma das subdisciplinas da cinesiologia é a biomecânica do movimento humano que é definida pela maneira que se estuda o movimento humano. Assim pode-se dizer que a análise biomecânica avalia o movimento de um organismo vivo e o efeito de determinadas

forças sobre esse organismo (HAMIL; KNUTZEN, 2008). Neste sentido a biomecânica do esporte tem desenvolvido novos procedimentos e técnicas de investigação, tendo como tarefa, a caracterização e otimização das técnicas de movimento por meio dos conhecimentos científicos.

A disciplina biomecânica é formada pelas áreas como a cinemetria, antropometria, eletromiografia e dinamometria e desta forma analisa, descreve e modela matematicamente o movimento humano (AMADIO; BARBANTI, 2000, CARTENTER, 2005).

Amadio (1996) relata que a cinemetria consiste em um conjunto de técnicas que buscam medir os parâmetros cinemáticos do movimento. Estudos têm sido realizados com a intenção de compreender mais sobre o processo de execução de movimentos, desde a sua forma mais rudimentar até um movimento especializado (AMADIO, 1996). Para Saad, Battistella e Masiero (1996) a cinemática é definida como o estudo que descreve matematicamente as características do movimento de uma partícula/segmento, tais como posição, velocidade e aceleração, ângulos articulares sem se preocupar com as forças que as causaram.

Estes parâmetros podem ser obtidos por meio da aquisição de imagens durante a execução do movimento, a partir do cálculo das variáveis dependentes dos dados observados nas imagens, como posição, orientação, velocidade e aceleração do corpo ou de seus segmentos.

Em uma revisão de literatura realizada, utilizando a biomecânica como meio de avaliação nas diversas artes marciais destacam-se os seguintes: Pinto Neto, Magini e Saba, (2006) que propuseram um modelo para determinar o deslocamento da mão em função do tempo em um golpe de Kung-Fu, analisando dois praticantes de Kung-Fu e um não praticante. Os movimentos foram filmados utilizando um sistema de aquisição de imagem digital de alta velocidade com frequência de 1000 Hz. Este sistema baseia-se em um sensor *Charge Couple Device* (CCD) para a captura das imagens. Os resultados mostraram que o valor da velocidade média nos últimos 5 m antecedendo o impacto foi de 4,24 m/s para os indivíduos praticantes de Kung-Fu e de 4,38 m/s para o não praticante; Bernardes (2007) realizou uma análise cinemática da técnica de dois Judocas, analisando as componentes cinemáticas: tempo de duração das fases, ângulos, velocidade e distancia dos diferentes pontos anatômicos. Por meio do software de análise tridimensional de movimento "*Ariel Performance*

*Analysis System*” (APAS). Os resultados mostram que a velocidade do pé de ataque na fase de *Kusushi* era sempre crescente, porém ao se aproximar da fase *Tsukuri*, houve diminuição da velocidade (passando de 5 m/s para 1,8 m/s). A menor distância entre o ombro direito do *Tori* e o pé esquerdo do *Uke* foi em média de 33 cm.

Siqueira e Rodrigues (2009) investigaram o efeito de um soco durante fixações do olhar em alvos de diferentes (condições alvo próximo, alvo distante e olhos vendados) sobre as oscilações corporais, e a relação entre o comportamento do olhar e oscilação corporal neste contexto. Duas câmeras de vídeo foram utilizadas: uma câmera focalizou os olhos dos participantes para descrição temporal do olhar; a outra câmera, posicionada lateralmente aos participantes, possibilitou descrição cinemática dos marcadores de interesse fixados no karateca e no anteparo de soco. Os resultados evidenciaram que as oscilações da cabeça e do tronco após o término do soco foram afetadas significativamente pelo fator condição, e que a oscilação da cabeça nos primeiros 10s após o término do soco foi afetada pelo fator soco e pela interação entre os fatores soco e condição. As variáveis olho quieto (duração da fixação do olhar anteriormente ao início do soco), qualidade do soco e tempo de movimento não foram afetadas por nenhum dos fatores. Os resultados sugerem que tanto em tarefa supra postural simples (somente fixação do olhar) quanto complexa (fixação do olhar com soco), a distância do alvo visual não interfere no controle da postura.

Melo *et al.* (2010) avaliou a eficiência mecânica do *harai goshi* aplicado em judocas de diferentes estaturas. Comparou: a variação angular de joelho, quadril e tronco do *tori*; o tempo para realizar cada fase da técnica; o deslocamento da trajetória vertical do centro de massa ( $\Delta$ CM) do *tori*. Analisou cinematicamente 10 aplicações do *harai goshi* pelo *tori* de estatura intermediária contra três *uke* (um de estatura menor, um equivalente e um maior a dele). As aquisições de imagens foram a 180 Hz, utilizando-se o Sistema *Peak Motus*. No deslocamento angular, houve maior eficiência do *tori* ao projetar o *uke* de maior estatura. O tempo para projetar *uke* mais alto foi menor. O  $\Delta$ CM apresentou o mesmo padrão de projeção. Conclui-se que a técnica *harai goshi* é mais eficiente quando aplicada contra oponentes de estaturas equivalentes ou maiores.

Os estudos mencionados evidenciaram a contribuição da cinemática para o desempenho esportivo, possibilitando, juntamente com outras técnicas científicas, a busca de um melhor desempenho do

atleta a partir da compreensão e avaliação de seus componentes internos (HAY, 1993).

Com relação à antropometria Amadio e Duarte (1996) definem que a função desta área da biomecânica é determinar as características e propriedades do aparelho locomotor como bem as dimensões das formas geométricas de segmentos corporais, a distribuição de massa, braços de alavancas, posições articulares, entre outras, definindo um modelo antropométrico, contendo parâmetros necessários para a construção de um modelo biomecânico da estrutura analisada. Na antropometria são obtidas as medidas inerciais do corpo do atleta, onde são usados desde a fita métrica, balanças, paquímetros digitais e até sistemas de digitação a laser no registro dos parâmetros antropométricos (AMADIO *et al.*, 1999).

Entre os estudos que usaram da antropometria em avaliações nas artes marciais destacam-se: Andreato *et al.* (2012) analisou o perfil morfológico de 11 atletas de elite de *Brazilian Jiu-Jitsu* medalhistas em competições de nível nacional e/ou internacional. Observou percentual de gordura ( $10,3 \pm 2,6\%$ ), o alto percentual de massa muscular ( $61,3 \pm 1,5\%$ ), e o componente mesomórfico predominante ( $5,5 \pm 1,0$ ). Concluiu que atletas desta modalidade em período preparatório apresentam peso superior ao peso competitivo ( $4,4 \pm 2,4\%$ ), embora apresentassem níveis de massa gorda dentro das recomendações, alto percentual de massa muscular e componente mesomórfico predominante; Giampietro, Pujia e Bertini, (2003) examinaram as características antropométricas e a composição corporal de atletas praticantes de karatê em dois grupos (atletas de elite e amadores), várias medidas antropométricas foram mensuradas: peso, altura, circunferências e dobras cutâneas. Os atletas de elite apresentaram uma média maior de peso (3,2kg) e altura (5 cm) do que o segundo grupo (amadores), embora as diferenças não tenham sido estatisticamente significativas. O valor do Índice de massa corporal (IMC) foi semelhante nos dois grupos. Concluiu que os dois grupos de atletas mostraram medidas muito semelhantes em relação às características antropométricas sendo caracterizados por uma baixa percentagem da massa de gordura, sobretudo no grupo de elite.

Rossi e Tirapegui, (2007) estabeleceram o perfil antropométrico do atleta universitário de Karatê para comparação com padrões internacionais, durante evento internacional de Karatê. Foram analisados peso ( $68,0 \pm 11,1$  kg), altura ( $172,2 \pm 6,1$  cm), dobras cutâneas ( $10,5 \pm 3,0\%$ ). Concluiu que na determinação da composição corporal do

atleta universitário, em relação aos mesmos de sua categoria em nível internacional, houve indicação de que os brasileiros tendiam a ter maior quantidade de massa magra, aspecto vantajoso no tocante às características de explosão e potência do karatê. Gomes (2010) verificou se havia associação entre as medidas antropométricas e a técnica de preferência (*Tokui waza*) de judocas. Resultados mostraram que o grupo de judocas estudado apresentava o seguinte perfil: idade média de  $16,93 \pm 7,40$ , 68,8% era do sexo masculino e 31,3% do sexo feminino, com estatura média de  $159,34 \pm 14,1\text{cm}$  e  $153 \pm 8,8\text{ cm}$ , respectivamente. Verificou que na escolha da técnica de preferência um destaque para as técnicas de perna com 31,3%. Dentre os motivos apresentados pelos judocas para escolha do *Tokui waza* o que apresentou maior ocorrência foi admiração pelo golpe. Houve diferença significativa na composição corporal comparando sexo, idade, tempo de prática e participação em competições. Nas associações e comparações entre as medidas antropométricas, perfis antropométricos e os grupos de técnicas do *Tokui waza* não foi encontrada diferenças estatisticamente significativas.

O interesse por estudos que investiguem a melhora no rendimento esportivo é visível (MALINA; EISENMANN, 2004; FALCO *et al.* 2009; WASIK, 2011; ESTEVAN *et al.*, 2012;), de modo a determinar indicadores desta performance. Entre estas variáveis, (POZO; BASTIEN; DIERICK, 2011) destacam que as variáveis antropométricas dos atletas também podem exercer forte influência nos resultados. Fernandes e Sousa (2004), Del Vecchio, Michelini e Gonçalves (2005), Malina e Eisemann (2004), Rigatto (2008), Santos (2008), apontam que a estatura, a envergadura, o comprimento de segmentos corporais, a composição corporal e o somatótipo influenciam na mecânica da técnica esportiva. Além disto, ressaltam que existe correlação positiva ou negativa, dependendo do segmento corporal analisado e da tarefa motora a ser executada.

Uma terceira área de estudos dentro da biomecânica é o uso da eletromiografia que consiste de uma técnica de monitoramento da atividade elétrica das membranas excitáveis, representando a medida dos potenciais de ação do sarcolema, como efeito de voltagem em função do tempo. O sinal eletromiográfico (EMG) é o somatório algébrico de todos os sinais detectados em certa área, podendo ser afetado por propriedades musculares, anatômicas e fisiológicas, assim como pelo controle do sistema nervoso periférico e pela instrumentação utilizada para a aquisição dos sinais (ENOKA, 2000). Para Saad, Battistella e

Masiero (1996) a eletromiografia é o estudo do padrão de ativação dos músculos para gerar o movimento.

Pinto Neto e Magini (2006) compararam a atividade eletromiográfica (EMG) dos músculos tríceps braquial (TB), bíceps braquial (BB) e braquiorradial (BR) durante golpes de *Kung-Fu Yau-Man* com e sem impacto. Oito indivíduos praticantes de *Kung-Fu Yau-Man* foram selecionados para participar do experimento. A análise dos sinais eletromiográficos foi feita no domínio do tempo e da frequência. Os resultados mostram um forte indício de existência de uma maior atividade muscular do tríceps braquial e braquiorradial para golpes com impacto do que em relação a golpes sem impacto. Não se constatou diferença significativa para o bíceps braquial nessas duas condições. Ribeiro; Tierra-Criollo e Martins, (2006) analisaram as diferentes durações de lutas de judô, respectivamente de 90s, 180s e 300s, e se poderiam alterar o metabolismo enzimático e a atividade eletromiográfica dos atletas, prejudicando a manutenção do torque, indicativa de fadiga muscular. Antes e após cada luta, foram coletadas amostras sanguíneas dos atletas; em seguida, os mesmos realizaram cinco contrações dinâmicas ( $90^{\circ}/s$ ) com a utilização de um dinamômetro isocinético (*Biodes System*) Simultaneamente registrou-se o sinal eletromiográfico dos músculos agonista, antagonista e sinergista do movimento avaliado. Não se verificou alteração no torque. Na análise intermuscular observou-se após a luta de 90s aumento do sinal eletromiográfico do agonista ( $p = 0,005$ ); na luta de 180s, aumento do antagonista ( $p = 0,0129$ ) e na luta de 300s, diminuição ( $p = 0,0137$ ) da atividade do músculo agonista. Observou-se que os esforços da luta de 300s podem ter induzido lesões no tecido muscular caracterizadas pela elevação da CK plasmática, embora a lesão não tenha sido suficiente para detectar fadiga através da dinamometria isocinética. Conclui que o protocolo proposto foi suficiente para alteração enzimática e eletromiográfica, sugerindo adaptações metabólicas e neurais a partir do estresse das lutas de judô.

Machado (2008) verificou a potência média de atletas de *Taekwondo* e *Kick Boxing*, por meio da eletromiografia, que foi acoplada por eletrodos de superfície nos músculos reto femorais, vasto lateral, vasto medial e bíceps femoral bilateral. Foi aplicada uma única velocidade angular de  $60^{\circ}$ , padronizada no dinamômetro isocinético, com 15 repetições recíprocas para estudar a variação do torque exercido em cada atleta, no modo concêntrico de flexão e concêntrico de extensão. Observou-se que ambos os grupos de atletas que possuam

médias de tempo de treinamento diferente apresentaram uma potencia média semelhante de fibras musculares. Não houve diferença significativa para a maioria dos músculos avaliados, apenas o vasto lateral direito apresentou uma diferença significativa ( $p < 0.03$ ), e o reto femoral esquerdo também demonstrou uma significância ( $p < 0.07$ ). Os outros músculos obtiveram uma significância superior a 10%, mostrando assim, que os grupos mesmo apresentando tempos diferentes de treinamento, possuíam uma capacidade equivalente de potência média.

Devido ao avanço científico associado ao desenvolvimento de novas tecnologias, torna-se cada vez mais simplificada a quantificação do desempenho físico do ser humano, expresso em seus movimentos. Nelas a dinamometria, refere-se a todo o tipo de processos que tem em vista a medição de forças, bem como, a medição da distribuição de pressões (AMADIO, 1996). Uma das técnicas fundamenta-se na utilização de plataformas de força. Estes são dispositivos que registram a força de reação do solo, nos seus diversos componentes (vertical, lateral e, antero-posterior) em relação à plataforma. Durante os procedimentos podem-se obter dados como: força de reação do solo, pico máximo da força, trajetória do centro de pressão, níveis de assimetria, tempo de apoio (AMADIO; SERRÃO, 2007). Outro instrumento é o teste de carga dinamométrica, o qual serve para avaliar a força isométrica (estática) do indivíduo, podendo ser realizado os testes de dinamometria manual, do tórax, lombar e dos membros inferiores (SANTOS, 2002).

Yoshitomi *et al.* (2006) analisaram as respostas posturais a uma perturbação externa inesperada de judocas ( $n = 20$ ) em dois níveis de habilidade (faixas marrom e verde) e de um grupo de participantes não atletas ( $n = 10$ ). Uma perturbação externa posterior (PEP) foi aplicada por meio de uma tração horizontal ao dorso do participante, utilizando de um sistema de polia fixa. A PEP foi removida inesperada e rapidamente, provocando a resposta postural de interesse. Os deslocamentos do centro de pressão (CP) foram obtidos com uma plataforma de força. O grupo de maior habilidade apresentou menor velocidade do CP em comparação com o grupo controle e um padrão de reposicionamento gradual e contínuo do CP durante a recuperação do equilíbrio. Os resultados mostraram que os atletas mais habilidosos apresentaram melhor controle do equilíbrio e indicaram que o treinamento esportivo proposto e o nível de habilidade do atleta podem influenciar o desempenho desse controle.



Dias *et al.* (2011) verificou se existe efeito da preensão manual máxima (o ato de realizar ou não a preensão) sobre o controle do equilíbrio de judocas em postura restrita, além de verificar se existia correlação entre a força de preensão manual (FPM) e o controle do equilíbrio. Foram avaliados sete judocas com um dinamômetro e uma plataforma estabilométrica sendo mensuradas, concomitantemente, a FPM e o centro de pressão (CP). Foi verificado que até 80% da variabilidade do CP pode ser atrelada a preensão manual indicando que a mesma gera perturbações no controle do equilíbrio. Foram encontradas correlações ( $r = 0,348$  até  $0,816$ ) entre a FPM e o deslocamento do CP. Concluiu-se que, apesar da preensão manual gerar perturbações no equilíbrio, seu comportamento parece estar relacionado com os movimentos do corpo realizados para manter o equilíbrio, indicando uma possível correlação entre esses fenômenos.

Desta forma a biomecânica proporciona avanços na forma de como os esportes são tratados por professores, melhorando o ensino das técnicas básicas, e por técnicos ajudando na excelência e desempenho motor, possibilitando uma evolução mais embasada e o surgimento e desenvolvimento de novos equipamentos (MELO; PESSOA; SOUZA, 2005).

### 2.3 TENDÊNCIAS DOS ESTUDOS SOBRE O CHUTE NAS ARTES MARCIAIS

A partir da revisão bibliográfica, foi possível identificar em relação às áreas de estudo sobre as artes marciais, duas vertentes: 1) efeitos mecânicos resultantes da execução das técnicas sobre o sistema musculoesquelético (sobrecarga e lesões); 2) a busca pelo aperfeiçoamento do gesto esportivo (técnica) resultando na melhora do desempenho.

Sobre os efeitos mecânicos do chute semicircular, aponta-se o estudo de Serina e Lieu (1991) que analisaram o potencial de lesão por meio de um modelo criterioso de compressão torácica a partir dos 4 chutes mais utilizados no *Taekwondo* (semicircular, semicircular saltando, chute lateral e chute giro dorsal). O modelo mostrou resultados significativos de lesão em todos os chutes, com desvio torácico de 03 a 05 cm quando não se utiliza nenhum equipamento de proteção.

Gaspary (2006) verificou as cargas de força geradas no joelho em uma técnica de chute semicircular, foi construído e utilizado um 01 potenciômetro 01 *footswitch* e 01 acelerômetro para mensurar a vibração

do joelho, a velocidade angular e o impacto. Os resultados mostraram que o joelho teve uma amplitude média de 124,45 graus e velocidade média angular pouco superior a 1132 °/s. Os autores perceberam que o joelho movimentava-se muito rápido, exigindo bastante da articulação e das suas estruturas estabilizadoras, provocando dessa forma a probabilidade de acarretar lesões. Dados referentes à acelerometria demonstraram que, os equipamentos que fazem maior resistência podem ocasionar maior vibração e impacto no eixo antero-posterior (x), onde esta resistência contribui significativamente para o aumento do *crest factor*, o que contribui também para o aumento da probabilidade de lesão.

Em outro estudo, Espinosa *et al.* (2007) avaliaram o impacto na articulação do joelho durante o chute semicircular do *Taekwondo*, buscando a melhor forma de treinamento deste chute de maneira eficaz e menos lesiva. Para isto, foram realizados testes verificando as cargas de força gerada na tuberosidade tibial na técnica do chute com a utilização de diferentes equipamentos. Diferenças estatisticamente significativa foram encontradas entre os rebatedores, raquete e luva, no eixo Y e nos valores de *Crest Factor* no eixo X e Y. O joelho alcançou uma amplitude de movimento com média superior a 120°, velocidade angular 1132,5°/s, estendendo e deslizando em tempo inferior a 0,2s. Com base nos resultados, os autores concluíram que os equipamentos que oferecem maior resistência produzem maior vibração e impacto no eixo ântero-posterior.

Os demais estudos sobre artes marciais e sobrecarga do sistema músculo-esquelético tratam em sua maioria das regiões corporais que apresentam maior incidência de lesões, no caso os membros inferiores seguido dos membros superiores.

Kazemi e Pieter (2004) avaliaram as taxas de lesões em homens e mulheres atletas de *Taekwondo* em relação à natureza, local, gravidade e mecanismo da lesão. Os resultados mostraram que significativamente os homens sofrem mais lesões que as mulheres, seguido de lesões pelos segmentos inferiores, cabeça e pescoço. Sendo o tipo de lesões mais frequente em mulheres a contusão e a entorse nos homens. Kazemi, Shearer e Choung (2005) avaliaram as características do treinamento, os hábitos de preparação para a competição e os perfis de lesões de atletas de *Taekwondo*. Por meio de um questionário realizado com sessenta atletas, os resultados mostram que 54% atletas fizeram dieta antes da competição, e 36% fizeram dieta e exercício pré-competição. Sessenta e quatro por cento dos atletas treinavam entre 4-6 vezes por semana, com

54% praticavam duas horas por sessão. As lesões de membros inferiores foram as mais comuns (46,5%), seguido de extremidade superior (18%), costas (10%) e de cabeça (3,6%). A maioria das lesões consistiu de entorses / luxações (45%), seguido por contusões, fraturas e contusões. Tamborindeguy *et al.*, (2011) analisaram a incidência de lesões e desvios posturais em atletas de taekwondo, os resultados indicaram lesões mais frequentes nos membros inferiores, principalmente no pé, por fratura e entorse.

Oliveira; Oliveira e Silva (2010) analisaram a prevalência e incidência de lesões em atletas de Jiu-Jitsu, identificando qual lesão e segmento anatômico mais acometido, golpe aplicado durante o momento da lesão. Os resultados mostraram que a lesão mais frequente foi a luxação, o segmento anatômico mais acometido foi o joelho, o golpe com maior percentual de lesão foi a chave de articulação, onde seu oponente era mais pesado e mais graduado na maioria das situações.

No boxe, Zazryn; Finch e McCrory (2003), determinaram a taxa e tipo de acidente socorridos com profissionais registrados *kick boxers*, em que a principal atividade é chutar o adversário. Um total de 382 acidentes foram registrados a partir de 3481 participações de luta, a uma taxa de lesão de 109,7 lesões por 1.000 participações luta. A região mais comum corpo foi ferido na cabeça / pescoço / face (52,5%), seguido pelos membros inferiores (39,8%). Especificamente, a lesão da perna inferior (23,3%), a face (19,4%), e lesões intracranianas (17,2%) foram os mais comuns. Mais de 64% das lesões foram superficiais hematomas ou lacerações. Concluíram que a natureza de kickboxing, segundo o qual chutar o adversário é o movimento principal e sendo na cabeça o alvo principal, é refletido nas distribuições de regiões do corpo mais comumente feridos pelos participantes.

No judô, Oliveira; Monnerat e Pereira, (2010), verificou a frequência de lesões durante a prática de judô, o tempo de afastamento da atividade esportiva e tratamento utilizado em atletas praticantes de judô. Os resultados mostraram que a maioria das lesões ocorreram durante os treinamentos (82,86%). Em relação à terapêutica os medicamentos antiinflamatórios foram freqüentemente utilizados (71,4%), seguindo-se repouso (62,9%), imobilização (60%) e gelo local (crioterapia) com 51,4%, sendo esta conduta associada à fisioterapia em 40% das lesões. Necessitaram de intervenção cirúrgica 14,3% dos casos.

De Oliveira; Vieira e Valença (2011), determinaram os tipos mais frequentes de lesões em 102 atletas de alto nível no karatê, num campeonato Sul-americano. Os resultados mostram que lesões foram

mais frequentes nos membros inferiores (55,9%) seguida pelos membros superiores (28,4%). Traumas na cabeça corresponderam a 55,9%, distribuídos em concussão cerebral (12,7%), fratura de nariz (10,8%), contusão na face sem fratura (15,7%), luxação tempo mandibular (2,3%) foi observada apenas nas mulheres, enquanto fratura de mandíbula (3,4%), fratura de dente (1,7%) e fratura na órbita do olho (3,4%) foram presentes apenas nos homens. Lesões no tórax corresponderam a 5,9%. Conclusão: As lesões cefálicas mereceram uma atenção em particular pela frequência com que ocorrem nos combates de karatê, bem como em outros esportes de contato.

Nos estudos apresentados verificou-se que em sua maioria os instrumentos utilizados foram questionários, entrevistas e formulários, realizados com atletas, e o tamanho da amostra acima de trinta e cinco sujeitos. Não foram especificadas as técnicas que ocasionaram as lesões, apenas a situação em que se encontravam os atletas: em treinamento ou na competição. Deste modo, esta vertente esboça as características gerais sobre lesões nas artes marciais, sem precisar as técnicas envolvidas.

No que se refere a segunda vertente, desempenho esportivo, os estudos concentram-se em sua maioria na modalidade do *Taekwondo*, abordando inicialmente a frequência de utilização das técnicas durante uma luta (LEE, 1983). Neste estudo 60% das técnicas utilizadas pelos grandes atletas do *Taekwondo* realizam o chute. Na década de 90, Pearson (1997) descreveu a cinemática e a cinética do chute semicircular do *Taekwondo*, e determinou as variáveis que influenciam na força de impacto do chute. Como resultados obtiveram uma média de força de impacto de  $292 \pm 54$  N e a média de velocidade linear do dedo do pé imediatamente antes do impacto de  $13,4 \pm 1,6$  m/s. Dentre as variáveis, correlacionaram-se positivamente força de impacto com: impulso, massa corporal, velocidade linear do dedo do pé e tornozelo imediatamente antes do impacto, as alterações de velocidade angular no joelho durante a fase de impacto e o comprimento da coxa. Os autores concluíram que, quanto maior a velocidade linear do pé maior são as chances de se gerar grande força de impacto.

Com o objetivo de analisar a diferença cinemática do chute semicircular executado pela perna anterior e posterior do *Taekwondo*, Kong, Luk e Hong (2000) encontraram diferenças significativas no tempo de movimento, velocidade linear máxima de tornozelo e velocidade linear máxima de joelho entre os dois chutes, sendo estes realizados por oito atletas executando três repetições para cada perna.

Desta forma, o chute executado pela perna anterior é mais rápido enquanto que o da perna posterior é mais forte. Os resultados sugerem que o primeiro pode ser mais eficaz durante o ataque rápido e o segundo por gerar um maior momento, o que dificultaria o bloqueio do adversário, criando novas oportunidades para novos ataques.

O estudo de Boey e Xie (2002) também objetivou analisar o desempenho do chute circular de atletas de *Taekwondo* de Singapura utilizando a cinemetria. As velocidades mais rápidas do chute circular obtidos neste estudo são 22,70m/s para o sexo masculino e 15,04 m/s para o feminino, com velocidades de pico médio de 18,0 m/s para o sexo masculino e 13,32 m/s para o feminino. Os autores verificaram que as velocidades de pico médio quando comparadas com os outros estudos é significativamente maior (21,13% superior à velocidade de pico médio) e a duração média de chutes para os homens são de 0,35s e para mulheres 0,30s. O resultado pode ter sido devido ao tempo de duração diferente tomado para cada fase durante a execução do chute.

Kim e Kim (2005) avaliaram as características biomecânicas de oito chutes (entre eles o chute giro dorsal) realizados por doze atletas de taekwondo. Por meio de seis câmeras de alta velocidade foi realizada a captura do movimento em análise tridimensional. Os resultados mostram que as melhores velocidades dos chutes foram atribuídas a um aumento da energia mecânica total devido ao princípio da cadeia cinética em transferir energia do segmento proximal ao segmento distal.

A partir da execução do chute de 15 atletas do sexo masculino, Nien, Chang e Tang (2007) investigaram os efeitos de pontaria contra um alvo na velocidade de movimento do chute semicircular em atletas de *Taekwondo* em duas condições: 1: O participante deveria chutar o alvo o mais rápido possível e 2: O participante deveria dar chutes sem o alvo, o mais rápido possível. Para estas ações foram obtidos os valores de velocidade linear e angular para cada membro inferior e o tempo de duração do movimento calculado a partir do dedo do pé desde o instante de saída até a aterrissagem. A velocidade linear máxima foi maior na condição 1 do que na condição 2. A velocidade máxima da articulação do dedo do pé foi significativamente maior na condição 1 do que na condição 2 ( $p < 0,05$ ). O tempo de movimento e velocidade angular do quadril, joelho e tornozelo, não teve diferença significativa entre as condições 1 e 2 ( $p > 0,05$ ). Os resultados sugerem que a velocidade linear do pé e tornozelo aumenta quando se há um destino existente, neste caso, o alvo. Apesar de todos os participantes terem sido orientados a chutar o mais rápido possível nas duas condições, foi constatado que a

maior velocidade ocorreu na condição 1, quando o participante possuía um objetivo.

Objetivando identificar as magnitudes e tempos de impacto de dois chutes semelhantes, utilizados no *Taekwondo* e no Karatê, Silva *et al.* (2007) realizaram um estudo com dois praticantes de artes marciais, sendo um karateca e o outro taekwondista, compararam as magnitudes de impactos geradas durante os dois chutes entre os eixos e entre as técnicas. Usando um acelerômetro triaxial para as medidas dos impactos. Os autores observaram que embora sejam praticantes experientes em suas modalidades, os movimentos foram heterogêneos inter e entre as técnicas; os maiores impactos obtidos para o praticante de Karatê ocorreram no eixo y, nas duas técnicas e para o taekwondista, nos eixo z para a técnica de sua modalidade e no eixo y para a técnica do Karatê; a diferença encontrada entre as técnicas pode ser explicada pelas solicitações mecânicas da modalidade.

Pecoraioli e Merni (2007) estudaram a cinemática da perna de chute e sua atividade muscular durante o chute semicircular alto de três modalidades esportivas: boxe tailandês (THA), *Taekwondo* (TKW) e karatê tradicional (KAR). Destacou-se na análise cinemática as variáveis altura da batida (contato), tempo de subida do chute, tempo de inclinação e tempo total (considerando desde a decolagem até o destino final). Os indivíduos não apresentaram diferenças significativas em todos os picos de movimento articular na flexão do quadril, menos de karatê ( $93,81^\circ$ ) contra boxe tailandês ( $43,86^\circ$ ) e *Taekwondo* ( $49,69^\circ$ ) (*Kruskal-Wallis*  $p < 0,05$ ). Além disso, o karatê mostrou uma maior mobilidade do quadril ( $135^\circ$ ) (avaliado em teste), em relação ao boxe tailandês ( $112^\circ$ ) e o *Taekwondo* ( $115^\circ$ ). Já no quesito dos resultados eletromiográficos, todos os sujeitos demonstraram sempre o mesmo primeiro músculo ativado em todas as três repetições realizadas, mas com o recrutamento muscular final diferente. Porém, o músculo recrutado inicialmente entre as três artes marciais foi diferente: reto femoral no *Taekwondo*, glúteo medial no boxe tailandês e bíceps femoral no karatê. Com relação às velocidades lineares foram considerados os marcadores do tornozelo e joelho, como resultados entre as três modalidades a velocidade do tornozelo foi semelhante no *Taekwondo* (10,2m/s) e no karatê (10,8m/s), porém menor no boxe tailandês (8,8m/s). Comportamento semelhante aconteceu com as velocidades do joelho que apresentou 7,0 m/s no karatê e 7,6 m/s no *Taekwondo*. Em todos os chutes o pico do tornozelo ocorreu próximo à batida (0,04-0,06s) e do joelho segundos antes da batida (0,11-0,15s). A

análise correlacional foi forte entre as variáveis tempo de subida de todos os chutes e os picos de velocidade do joelho ( $R^2=0,51$ ), enquanto que a do tornozelo apresentou-se muito baixa ( $R^2=0,003$ ). Os resultados mostraram que aparentemente os três chutes são executados de forma semelhante, porém diferenças foram observadas principalmente na fase preparatória e após a batida, o que explica a diferença nos tipos de força na fase preparatória para começar a decolagem da perna de chute.

Lee e Chen (2008) investigaram a influência da perna de apoio no desempenho do chute giro dorsal em sete atletas de taekwondo, as análises cinemáticas foram coletadas por duas câmeras de 60Hz, e um sistema de análise de movimentos em 3D (*KWON*). Os resultados indicaram que a velocidade angular de pico no joelho acontece durante a fase de ataque ao atingir o alvo, existindo uma correlação positiva significativa entre a velocidade, força e movimento da distância angular. Existindo uma correlação significativa entre a distância que se deslocam a perna de apoio e o desempenho da técnica, definindo o retorno do chute um movimento importante e indispensável em Taekwondo, em função do contra-ataque. Concluindo o estudo mostra o movimento da perna de apoio irá influenciar o padrão de ataque e desempenho do *Taekwondo*.

Silva (2009) realizou uma análise biomecânica do chute *ap balap dolio tchagui* (semicírculo lateral) do *Taekwondo* em atletas de elite. Verificando o padrão de atividade elétrica de dois músculos da coxa (vasto medial oblíquo e bíceps femoral), dois músculos da perna (tibial anterior e gastrocnêmio lateral) e dos músculos multifídeos direito e esquerdo. Também foi mensurado a eletrogoniometria do joelho que realiza o chute objetivando medir o ângulo da articulação durante o movimento. Os resultados permitiram concluir que todos os músculos estudados são ativados antes do movimento da articulação do joelho, exceto o músculo vasto medial oblíquo. Os músculos eretores da espinha esquerdo e direito têm ação antecipatória no movimento estudado e a articulação do joelho não atingiu sua completa extensão quando o pé acertou o alvo. Também foi observado que antes de atingir o alvo, ocorreram dois picos de aceleração horizontal antes do pico de aceleração vertical que ocorreu próximo ao final da tarefa.

O'Sullivan *et al.* (2009) realizaram estudo com cinco atletas de *Taekwondo* e cinco atletas de *Yongmudo* comparando o impacto do chute giratório em duas alturas diferentes, sendo uma na altura do troco e outro a altura da cabeça. Os resultados mostraram que existe uma diferença significativa entre o impacto de pico de forças de acordo com a altura do alvo. Houve uma diferença entre chutes, as forças variam

aproximadamente entre 2.759 a 14.000N. Alguns fatores que poderiam influenciar a força de impacto desenvolvida pelo chute incluem nível de habilidade, a massa especificamente da perna, a técnica do chute/postura, e rigidez da perna de chute.

Com o intuito de analisar a cinética dos membros inferiores durante o chute semicircular das artes marciais, Saxby e Robertson (2009) avaliaram os momentos de força e potência, e ainda compararam os dados cinéticos com atividades similares, como o chute do futebol e o chute frontal do Karatê. Diferentemente do chute do futebol e o chute frontal do Karatê, o chute semicircular das artes marciais exibiu um pré-estiramento, uma grande força concêntrica nos flexores de quadril e dos plantiflexores do tornozelo, uma grande força e momento dos abdutores e adutores do quadril, bem como um mecanismo de proteção e quebra de tração na articulação do joelho. Os autores acreditam que este fato ocorreu devido ao chute ser realizado a partir de uma posição estacionária, ou seja, sem que houvesse corrida de aproximação, sem acompanhamento, bem como, o alvo e a superfície de contato serem diferentes.

Falco *et al.* (2009) analisaram as variáveis cinemáticas do chute semicircular do *taekwondo*. Foi comparada a força máxima de impacto, tempo de reação, tempo de execução e tempo de resposta total da perna de chute dominante com a não dominante de 43 atletas executando o chute a partir de três distâncias diferentes (0,69 – 1,37m). Correlações positivas foram encontradas no que diz respeito às variáveis cinemáticas da perna de chute dominante e não dominante o que sugere a ausência de assimetria durante a execução do chute semicircular do *Taekwondo*.

Oliveira *et al.*, (2009) comparou o desempenho do chute *Mae-Geri* entre o membro dominante e não dominante de karatecas, utilizando uma câmera analógica com frequência de 60 Hz, chutando contra um alvo. Cinco pontos anatômicos foram marcados, utilizando uma reconstrução tridimensional dos marcadores por meio do *software* de vídeo *grametria Dvideow*. Os resultados mostraram que não houve efeito de tentativa para nenhuma das variáveis dependentes, e que prática regular com ambos os lados desde as fases iniciais de aprendizagem promoveu simetria inter membros no chute *Mae-Geri* eliminando a especificidade de cada membro.

Martins; Pinto e Melo (2010) compararam variáveis cinemáticas do chute semicircular no karatê entre atletas faixas preta, do sexo masculino (8) e feminino (7). As variáveis analisadas foram tempo de execução, velocidades lineares inicial, máxima e imediatamente antes



do contato, do quadril e tornozelo do membro inferior de chute. Os resultados evidenciaram melhor desempenho masculino como: menor tempo no ataque ( $p \leq 0,047$ ), maior velocidade inicial do quadril ( $p \leq 0,001$ ), maior aceleração do tornozelo ( $p \leq 0,001$ ), maior gradiente de velocidade do quadril ( $p \leq 0,005$ ) e tornozelo ( $p \leq 0,003$ ). Conclui-se que o chute semicircular masculino é mais rápido e mais veloz que no feminino, sendo a variável sexo determinante no comportamento de algumas variáveis cinemáticas do chute.

Com o objetivo de verificar a aceleração do chute giratório no *Taekwondo*, Gupta (2011), realizou estudo na qual mediu com um acelerômetro tri-axial a aceleração dos chutes contra o saco de pancada. Sete homens e oito mulheres realizaram três chutes giratórios a dois alvos diferentes, o primeiro alvo com um material de espuma macia e outro com espuma densa, como se fosse uma aproximação simples do abdômen e do tórax. Os resultados mostraram que há uma diferença de peso entre os lutadores do sexo masculino e feminino e as diferenças em aceleração de ataque, é explicado pela maior massa muscular e percentagem de músculo por peso corporal que os homens têm em comparação com as mulheres.

Kim, Kim e Im (2011), realizaram estudo analisando a cinemática articular da perna dominante do chute no *Taekwondo* e o papel do ângulo articular no desempenho da velocidade do chute. Cada sujeito realizou quatro tipos diferentes de chutes em uma ordem aleatória. Os resultados por meio da análise cinemática articular, demonstraram que os chutes dependem principalmente de flexão/extensão e articulações do joelho que resultaram em uma maior velocidade do chute. Concluíram que todos os graus de liberdade de movimento do quadril podem contribuir para a velocidade do chute e a potência positiva ou negativa, dependendo da angulação e os limites anatómicos da amplitude de movimento.

Pozo, Bastien, Dierick, (2011), tiveram como objetivo comparar o tempo de execução, a cinética e a cinemática do chute *Mae-geri* no Karatê com dezessete atletas, sendo nove atletas internacionais e oito atletas nacionais, que deveriam realizar seis chutes com o membro inferior dominante sobre uma superfície de impacto, combinando força e velocidade. O tempo de execução do movimento e cinemática dos membros inferiores foram gravadas com uma câmera de alta velocidade, 2D, sendo colocada perpendicular à direção do chute. Cada pé foi localizado sobre uma plataforma de força separada com o pé esquerda na frente sobre a plataforma de força da frente e o pé direito sobre a

plataforma de força traseira. O exercício consistiu em executar o chute *Mae-geri* com o membro dominante (membro direito para todos os participantes) e retornando a posição de referência. Cada atleta de karatê foi motivado a executar o seu melhor desempenho de chute combinando velocidade máxima e força de impacto máximo na superfície de impacto. A superfície de ataque era uma plataforma de força na parede, que foi coberto com uma espuma 15 mm de espessura. Para a gravação da cinemática dos membros inferiores, vários marcadores reflexivos foram colocados em diferentes pontos anatômicos dos atletas de karatê. Os resultados do estudo mostraram que tempo total de execução da *mae-geri* foi significativamente menor para os atletas internacional ( $991 \pm 93$  ms) comparado com os atletas do grupo nacional ( $1139 \pm 72$  ms), mostraram também que os atletas internacionais de karatê são mais rápidos que os nacionais para todas as fases do chute *mae-geri*, enquanto não há diferenças na força de impacto (POZO, BASTIEN, DIERICK, 2011).

Estevan *et al.* (2011) analisaram o chute semicircular, comparando a força de impacto máxima, tempo de execução e tempo de impacto em três distâncias de acordo com o nível de competição dos atletas. Analisou também a relação entre a força de impacto e de massa de cada grupo, e ainda se, a distância de execução afeta a força de impacto máxima, tempo de execução e tempo de impacto, em cada grupo. Os participantes eram 27 atletas de *Taekwondo* (13 medalhistas e 14 não medalhistas). Os medalhistas executaram o chute a altura com uma força de impacto maior e em um menor tempo de execução, do que os não medalhistas quando chutaram de qualquer distância. No entanto, os resultados mostraram que a distância de execução é influente no tempo de execução e tempo de impacto nos grupos estudados.

Piemontez *et al.* (2011) realizaram estudo analisando as características cinemáticas do chute semicircular do karatê. Participaram 08 atletas adultos, do sexo masculino, faixa preta de karatê. Foram utilizadas 06 câmeras do sistema *Vicon MX13*, a 100Hz por 4 segundos. Os resultados evidenciaram melhor desempenho dos atletas nas variáveis relacionadas à rapidez do chute: menor tempo no ataque, maior velocidade inicial do quadril, maior aceleração do tornozelo. Na comparação das variáveis entre os chutes, a maioria apresentou diferença significativa, podendo ser atribuída a fatores antropométricos, tipo e local de treinamento. Concluindo que o chute semicircular no karatê pode ser caracterizado como sendo rápido importante durante

uma luta, embora apresente particularidades na execução do gesto técnico.

Falco, Estevan e Vieten (2011) avaliaram o tempo de reação, o tempo de execução e o tempo total de cinco chutes mais utilizados no taekwondo, sendo o chute semicircular, chute frontal, chute lateral, chute giro dorsal e o chute giratório, em sete atletas de taekwondo. Três câmeras HD Casio com frequência de 300Hz foram utilizadas para registrar os parâmetros cinemáticos. Os resultados mostram que não foram encontradas diferenças no tempo de reação entre os cinco chutes. Entretanto o tempo de execução foi diferente entre os chutes. Concluindo que os chutes com rotação de tronco como o chute giratório e o chute giro dorsal são mais rápidos enquanto os chutes frontal, lateral e semicircular são mais fortes. Porém não foram encontrados diferenças significativas no tempo de execução dos chutes.

Fernandes (2012) descreveu o padrão de ativação elétrica de músculos do membro inferior dominante e o padrão de parâmetros cinemáticos da articulação do joelho e da extremidade do membro inferior que executa o chute. Foi utilizado um eletromiógrafo, um eletrogoniômetro e um acelerômetro. Acoplado um sensor de contato sobre um saco de pancadas que identificou o exato instante do impacto entre o pé do atleta e o alvo. Foram apresentados os padrões temporais da atividade elétrica dos músculos selecionados, da cinemática da articulação do joelho, da extremidade do membro inferior que executou o chute, o tempo de reação e tempo de movimento. Os resultados concluíram que: 1) todos os músculos estudados, exceto o músculo vasto lateral, efator primário do movimento de extensão da articulação do joelho, são ativados antes do início do movimento do membro inferior que executa o golpe, 2) os pares de músculos tibial anterior/gastrocnêmio lateral e vasto lateral/bíceps femoral contraem durante toda tarefa, 3) o músculo eretor da espinha direito apresentou ação antecipatória em relação ao movimento e 4) a articulação do joelho não apresentou extensão máxima ao atingir o alvo.

Analisando a tendência dos estudos sobre o desempenho no fundamento chute nas diversas modalidades, verificou-se que as variáveis cinemáticas comuns dos estudos foram analisadas durante as fases de ataque e de contato com o alvo (velocidades lineares e angulares máxima e média) do quadril, joelho e tornozelo. Já as variáveis cinéticas foram a força do impacto e potência do chute. Foram analisados também os tempos de duração da execução do chute total, ataque e contato e distância do alvo. Ressalta-se ainda que, as aquisições

dos dados foram feitas com frequências entre 60 e 300Hz, e que o número dos sujeitos que participaram da maioria dos estudos foi menor que 10 sujeitos, ainda observou-se que a maioria dos estudos biomecânicos envolve a modalidade do *Taekwondo*, sendo comparados em alguns momentos com outras modalidades, e com atletas do sexo masculino.

Desta forma na literatura disponível e consultada observa-se que existem estudos abordando diversas técnicas e com variados métodos, porém, são escassos estudos que analisaram o chute giro dorsal em artes marciais (*USHIRO GERI*). Estudar esse golpe é de grande relevância devido ao grande número de vezes que é executado durante os treinamentos e competições, tanto por iniciantes, quanto por atletas de alto desempenho.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo são apresentados os procedimentos metodológicos que foram adotados para dirigir o estudo. São descritos as características do estudo, os sujeitos, instrumentação, os procedimentos de coleta de dados, aquisição, processamento dos dados, variáveis do estudo e o tratamento estatístico.

#### 3.1 CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO

Essa pesquisa caracteriza-se inicialmente como sendo do tipo descritiva, cujo objetivo é descrever as características de determinada população, podendo ter a finalidade de identificar possíveis relações entre variáveis (GIL, 2010).

Caracterizou-se também como sendo uma pesquisa correlacional (TUCKMAN, 2000), pois objetiva também determinar a contribuição das variáveis cinemáticas sobre o desempenho do chute giro dorsal.

#### 3.2 SUJEITOS

Participaram deste estudo, doze atletas, do sexo masculino do karatê estilo *Shubu-Dô*, faixa preta há pelo menos cinco anos, que participavam de competições em nível estadual e nacional, selecionados de forma intencional.

Foram critérios de inclusão para a seleção dos sujeitos:

- a) Nível técnico dos atletas: foram selecionados atletas faixa preta, com pelo menos cinco anos de prática, e com pelo menos quatro participações em competições estaduais e duas nacionais.
- b) Padronização da rotina de treinamento: por serem atletas filiados à mesma Associação e participarem das mesmas competições, estes são submetidos à mesma rotina de treinamento e, conseqüentemente, atentam para a padronização e otimização do chute giro dorsal.
- c) Disponibilidade dos atletas para a participação na pesquisa, haja visto a agenda de treino, de viagens e competições previstas.
- d) Assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice A e B).

Foram critérios de exclusões

- a) Lesões: os atletas não poderiam apresentar lesões músculo-esqueléticas nos últimos 06 meses, e que deveriam estar treinando regularmente.

### 3.3 INSTRUMENTAÇÃO

Para realização deste estudo foram utilizados os seguintes instrumentos:

#### 3.3.1. Ficha cadastral

Consiste em uma ficha cadastral desenvolvida especialmente para esta pesquisa, contendo questões referentes à: a) identificação das atletas: idade; a estatura, massa e o comprimento de membro inferior dominante e não dominante. b) características técnicas das atletas: graduação, tempo de treino, frequência de treino semanal, número de participações em competições estaduais e nacionais (APÊNDICE C).

#### 3.3.2 Antropometria

Foram medidos a estatura e o comprimento dos membros inferiores de chute do atleta conforme modelo antropométrico de Petroski (2011). Para a medição da estatura utilizou-se um estadiômetro de parede da marca Tonelli<sup>®</sup> (precisão de 0,1mm). Para medição do comprimento dos membros inferiores de chute (perna dominante e não dominante inferior), foi utilizada uma fita métrica.

Para medição da massa foi utilizada uma balança antropométrica da marca TOLEDO<sup>®</sup>, modelo 2096 PP, capacidade de 200kg, com resolução de 0,001kg. Os valores obtidos foram anotados na ficha cadastral e utilizados para normalização dos valores do impulso pela massa.

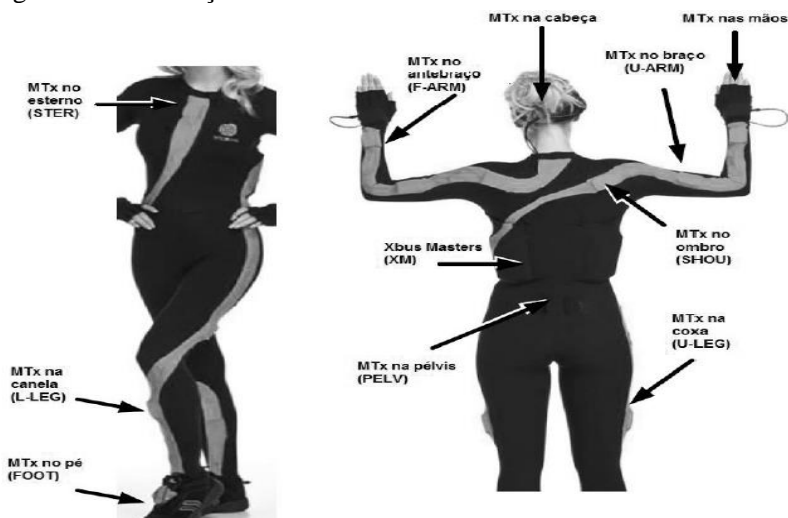
#### 3.3.3 Sistema de aquisição de variáveis cinemáticas

Para aquisição dos dados utilizou-se o sistema de captura de movimento inercial (Centrais Inerciais *X-sens MVN Studio*<sup>®</sup>), por meio de um *software* que permite visualização em tempo real do movimento

em 3D do sujeito, e reproduz os dados cinemáticos gravados do modelo biomecânico com 23 segmentos corporais e 22 articulações, incluindo o centro de massa. Os sensores de movimento (MTx e MTx-L) são as unidades de medição inercial em miniatura contendo acelerômetros, giroscópios e magnetômetros 3D, colocados em locais específicos do corpo (os MTx são usados na pelve, esterno e extremidades: mãos, pés e cabeça). Os MTx-L são usados nos membros superiores e inferiores (braços, pernas e ombros) de modo que possam medir os movimentos de cada segmento corporal nas coordenada X, Y e Z (Figura 1).

O sistema de comunicação entre os sensores e o computador acontece por meio de *wireless* com alcance em locais abertos de até 150 metros e locais fechados de 50 metros. Neste estudo a frequência de aquisição será de 120 Hz em função do equipamento e dos estudos sobre os fundamentos das artes marciais (chutes e socos) que utilizaram a cinemetria (SERINA; LIEU, 1991; PEARSON, 1997; PECORAIOLI; MERNI, 2007; SORENSEN *et al.*, 2008; SAXBY; ROBERTSON, 2009; MARTNS; PINTO; MELO, 2010), e pela rapidez com que é executado o chute, de modo que se possa identificar exatamente o quadro de transição entre os movimentos de interesse e para melhor determinação dos pontos de corte.

Figura 1 - Localização dos sensores MTx e MTx-L

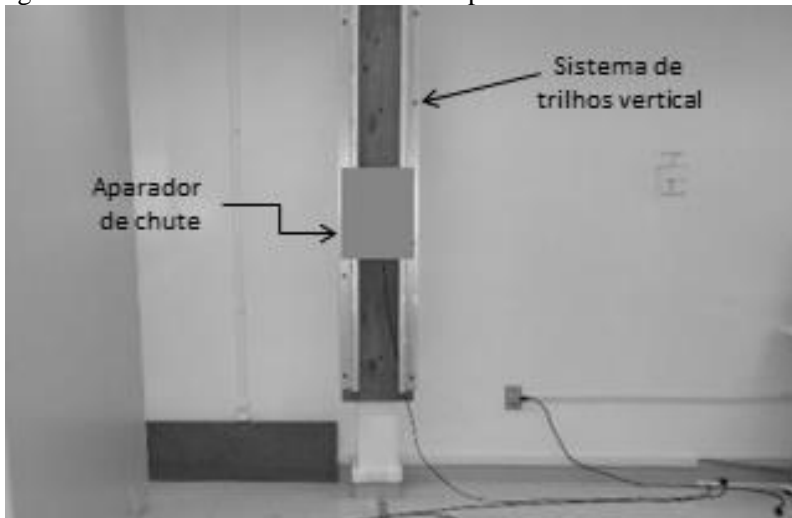


Fonte: Manual X-sens, 2010

### 3.3.4 Alvo instrumentado

Para conhecimento do tempo de execução total e impulso (Figura 2) gerado pelo chute giro dorsal foi desenvolvido um dispositivo especialmente projetado para essa finalidade, constando de um sistema de trilhos verticais fixado numa parede permitindo o ajuste da altura do alvo fixo instrumentado. Esse alvo fixo foi idealizado para a medição dos valores de força (componente ortogonal ao alvo fixo) gerados durante o impacto do chute no alvo.

Figura 2 - Alvo instrumentado construído para o estudo.



Fonte: Acervo do laboratório - LABIN (2013).

Foram utilizadas duas células de carga, modelo CDN da marca *Kratos*<sup>®</sup> com capacidade de medição de 2000N cada uma, tem sinal de saída 2mV/V e corpo construído em liga de alumínio especial, possui montagem em ponte completa. As células de carga foram fixadas de forma paralela entre duas chapas de madeira com espessura de 0,3 m e medindo 0,20 m X 0,22 m, constituindo assim o alvo fixo instrumentado. Na superfície de impacto foi colocado um aparador constituído de um bloco de espuma, com dimensões de 0,63 x 0,38 x 0,15 m (comprimento x largura x espessura). Um sistema de aquisição micro controlado (PIC 18F 8720) com condicionadores de sinais



projetados para este tipo de célula de carga complementou o alvo instrumentado (Figura 2).

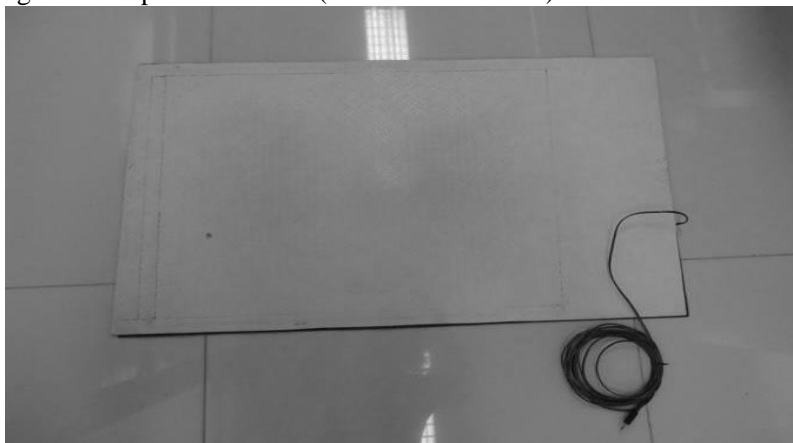
Um *software* dedicado a esse sistema de aquisição permite o controle (monitoração em tempo real) e aquisição dos dados em diferentes frequências (100, 200, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Hz).

### 3.3.5 Tapete de contato- SaltoBras<sup>®</sup> Sistema

Para medir o tempo de execução do chute giro dorsal, ou seja, desde o momento em que o atleta perde o contato do pé com o solo, até o momento em que ele atinge o alvo, foi utilizado um tapete de contato (TP) (Figura 3), denominado sistema SaltoBras<sup>®</sup> (SB).

O sistema SaltoBras (LABIN, CEFID-UDESC) tem 2,56 kg, com dimensões de 0,60 x 0,45 x 0,03 m (comprimento x largura x espessura). O conjunto estrutura do SB é coberto por dois anti-derrapantes de borracha com cantos isolado. O tapete SaltoBras<sup>®</sup> foi ligado ao sistema de aquisição (*hardware*), para disparo da coleta dos dados, servindo para o armazenamento dos tempos e da intensidade do chute.

Figura 3 - Tapete de contato (SaltoBras<sup>®</sup> Sistema).



Fonte: Acervo do laboratório - LABIN (2013).

Pelo fato da instrumentação utilizada no presente estudo ter envolvido dois sistemas distintos de aquisição de dados (tapete de contato e alvo instrumentado), foi necessária uma sincronia entre os dois sistemas, para determinar o atraso de tempo proveniente gerado pelo do

sistema de aquisição. Para tanto foi realizados testes com o osciloscópio no qual permitiu a exatidão do tempo de execução dos dados obtidos. Realizando-se a média das diferenças das dez aquisições em cada sistema, pôde-se determinar o retardo temporal entre o sistema e a aquisição, acrescentado essa diferença ao tempo de execução total do chute.

Para determinar o momento do impacto, foram utilizados os dois sistemas de aquisição, centrais inerciais e alvo instrumentando junto com o tapete de contato. Sistema que proporcionou descobrir o momento exato do instante em que o pé atingiu o alvo, por meio dos gráficos de impulso gerado pelo sistema de aquisição do alvo instrumentado e o gráfico da velocidade do pé em direção ao alvo gerado pelo sistema das centrais inerciais, além das imagens geradas pelo mesmo sistema.

#### 3.4 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS.

Para a coleta dos dados foram adotados os seguintes procedimentos preliminares:

- a) Submissão e aprovação do projeto junto ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UDESC (processo n.º. de ref.182/2011) (ANEXO A).
- b) Contato telefônico e agendamento de reunião com a Associação de Artes Marciais Shubu-Dô (Curitiba-PR) para apresentação do estudo, e seleção dos atletas faixa preta filiados.
- c) Agendamento das datas para a coleta de dados individualizadas, respeitando o calendário de competições dos karatecas.

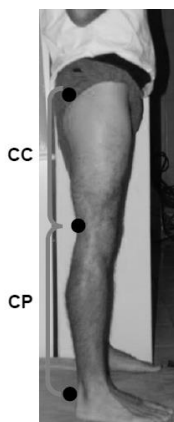
##### 3.4.1 Coleta propriamente dita

Os atletas foram preparados e avaliados individualmente de acordo com o agendamento dos horários, realizado pela Associação de Artes Marciais Shubu-Dô. Assim sendo, para cada atleta adotou-se a seguinte rotina:

- a) Os sujeitos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A).
- b) Preenchimento da ficha cadastral (APÊNDICE C).
- c) Preparações dos sujeitos: medições da estatura e do comprimento do membro inferior de chute, conforme modelo antropométrico de Petroski (2011), onde o atleta foi avaliado em posição

ortostática, com o peso distribuído nas duas pernas. Comprimento da coxa (CC): ponto trocântérico (ponto mais superior do grande trocânter) e tibial anterior (bordo ântero-superior da tuberosidade medial da tibial) (altura do trocanter – altura tibial medial). Comprimento da perna (CP): ponto tibial medial (ponto mais superior do bordo medial da cabeça da tibia) e maleolar (ponto mais inferior do maléolo tibial) (altura tibial menos a altura do maléolo). Para obter a medida dos membros inferiores de chute foi somado o comprimento da coxa e da perna (cm), figura 4.

Figura 4 - Medição do comprimento do membro inferior de chute (CC e CP)



Fonte: Arquivo do pesquisador

- d) Troca de vestimenta, na qual o atleta ficou apenas de bermuda para demarcação dos pontos segmentares e fixação das centrais inerciais no corpo.
- e) Ajuste da altura do aparador, posicionando o atleta de pé, em frente a ele, onde a base do aparador ficou na altura do processo xifóide do executante, de modo que o contato do pé seja realizado na região frontal do aparador. Isto corresponde à região da cabeça no adversário, maior pontuação atingida na competição.
- f) Para o presente estudo a frequência de aquisição utilizada no alvo instrumentado e tapete de contato foi de 1000 Hz, pois de acordo com estudos que tiveram como objetivo o tempo de execução do chute em artes marciais, pela rapidez de execução da tarefa motora analisada e pelo estudo piloto percebeu-se a necessidade de uma alta frequência de aquisição.

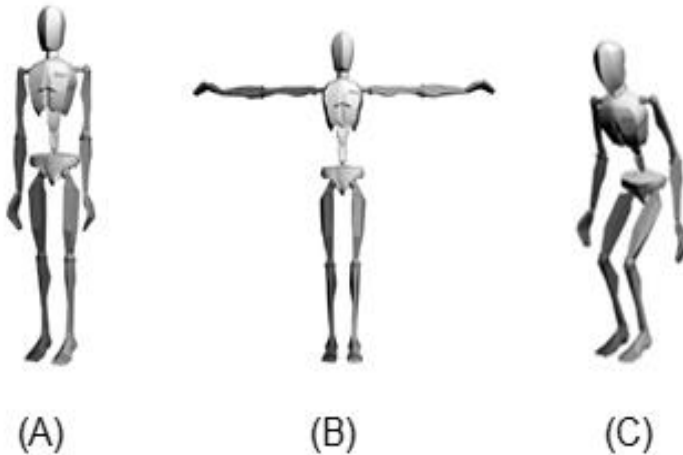
g) Ocorreu um período de adaptação do atleta, ajuste das centrais, posicionamento em relação ao aparador.

h) O aquecimento foi um tempo para realizar os exercícios adotados rotineiramente pelos atletas nas competições (entre cinco a sete minutos). Estes exercícios compreendem deslocamentos laterais, trote, saltos e chutes.

i) Calibração do Sistema.

Foram adotadas as seguintes posições para calibração do sistema conforme a Figura 5.

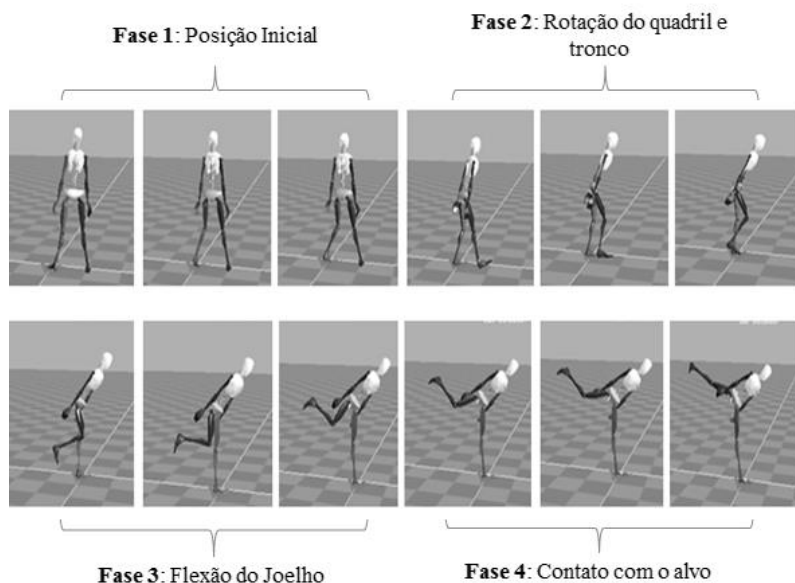
Figura 5 - Calibração na posição neutra N-Pose (A); abdução, T-Pose (B) e Squat (C).



Fonte: Manual *X-Sens*, (2010).

d) Na execução do chute giro dorsal (Figura 6), o atleta ficou com o pé que fez o chute em cima do tapete de contato, e após o comando “Prepara e Chuta” realizou seis chutes com a perna dominante (sendo o membro inferior direito o membro dominante de todos os atletas), contra o alvo instrumentado, na qual foram orientados para que os realizassem da mesma forma que nas competições. Por ser um movimento complexo, optou-se em dividir didaticamente este movimento em quatro fases, de modo que se possa compreender melhor a análise das variáveis cinemáticas e cinética deste estudo.

Figura 6 - Sequência de execução do chute giro dorsal no karatê.



Fonte: Produção do próprio autor.

e) Foram selecionados os cinco chutes que tiveram o maior impulso (Figura 7) e válidos. Sendo considerado como válido o chute possibilitou a completa aquisição do movimento. O intervalo de tempo entre as execuções foi de um minuto. Este tempo de intervalo foi adotado considerando: a) o protocolo utilizado por Martins, Pinto e Melo (2010); b) o nível de treinamento e participações em competições; c) o tempo de duração de uma luta de karatê é de três a cinco minutos, e que por sua vez o atleta aplica vários golpes contra o adversário sem intervalo de descanso.

### 3.5 PROCESSAMENTO DOS DADOS.

Finalizada a aquisição, os dados brutos obtidos através dos sistemas das centrais inerciais e sistema construído para aquisição dos dados referente ao tapete de contato e alvo instrumentado foram salvos e exportados para planilhas do *Microsoft Excel*, e posteriormente

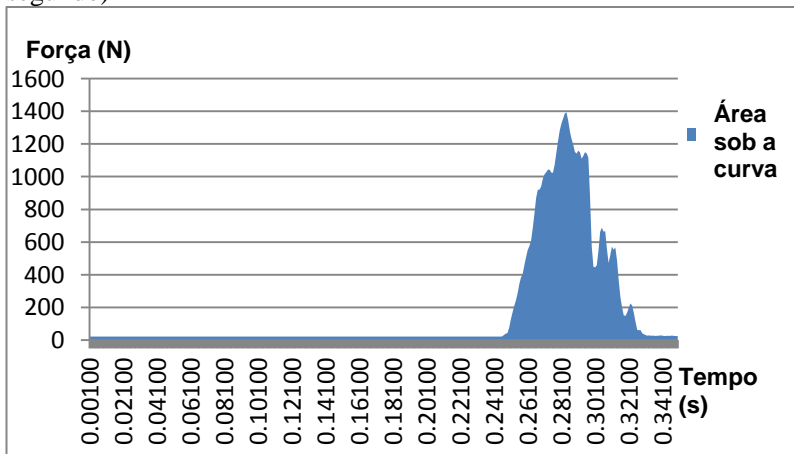
carregados em um programa computacional implementado no *software Scilab-5.3.3* (INRIA, ENPS, França). Este programa foi usado como ferramenta para calcular os ângulos, velocidades, tempo de execução e impulso, para posterior análise.

### 3.6 VARIÁVEIS DO ESTUDO

Foi considerada para análise deste estudo apenas a fase de ataque do chute (sem o retorno do movimento), garantindo que a atleta executasse o chute com a mesma velocidade e força realizadas nas competições. Foram analisadas as variáveis cinemáticas e cinética durante a execução do chute giro dorsal. As variáveis selecionadas para este estudo são apresentadas a seguir:

**Cinética: Impulso:** é definido pela ação de uma força  $\vec{F}$  atuando durante um intervalo de tempo  $\Delta t$ , demonstrado na figura 7:

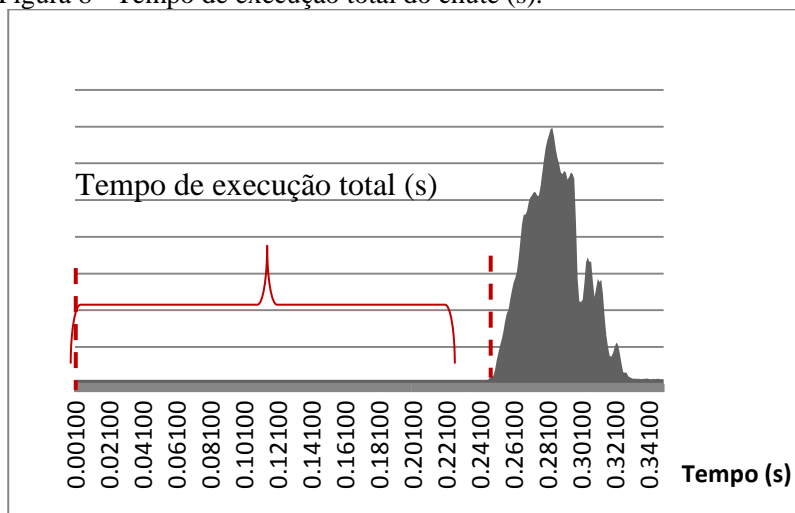
Figura 7 - Representação gráfica do impulso (Newton vezes segundo)



Fonte: Produção do próprio autor.

**Cinemática: Tempo de execução total do chute:** intervalo de tempo (s), compreendido entre o primeiro instante após a perda do contato do pé com o tapete de contato até o instante do contato do dorso do pé com o alvo instrumentado, figura 8

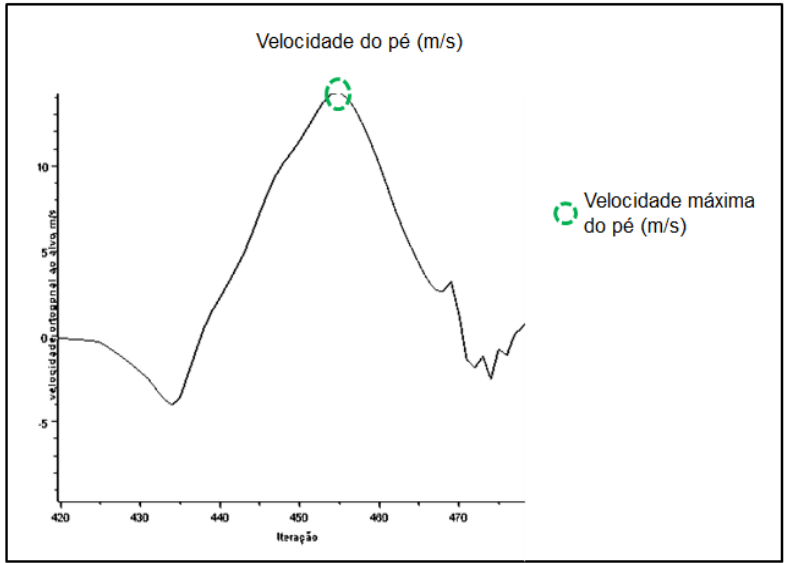
Figura 8 - Tempo de execução total do chute (s).



Fonte: Produção do próprio autor.

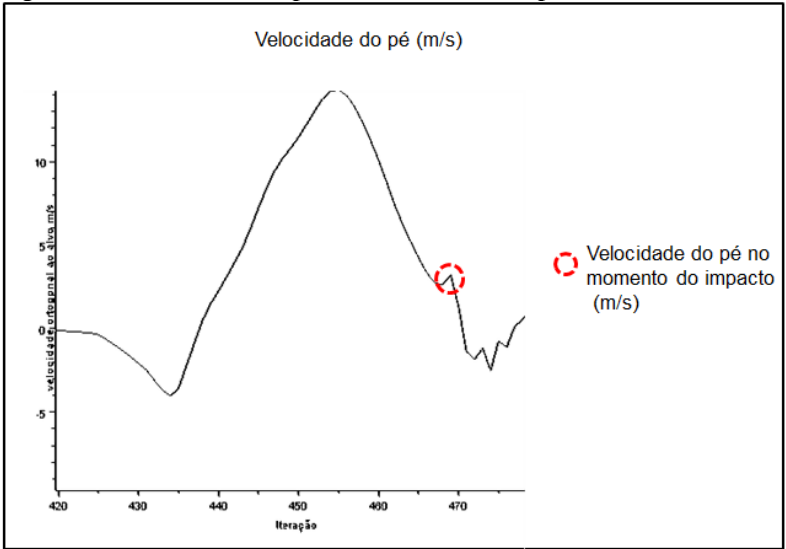
**Velocidade:** O pé durante o trajeto em direção ao alvo possui diferentes velocidades, representadas por um vetor  $(3 \times 1)$   $[V_x; V_y; V_z]$ . Contudo, devido à orientação do alvo, foi objeto de estudo somente a componente de velocidade do pé nesta direção. Cabe destacar que a velocidade do pé na direção paralela ao alvo não atua como uma força sobre o alvo. A velocidade em direção ao alvo apresenta um momento máximo durante a execução do chute, e uma velocidade no momento em que o pé entra em contato com o alvo, sendo representada nas figuras (9,10) a seguir:

Figura 9- Velocidade máxima do pé



Fonte: Produção do próprio autor.

Figura 10- Velocidade do pé no momento do impacto

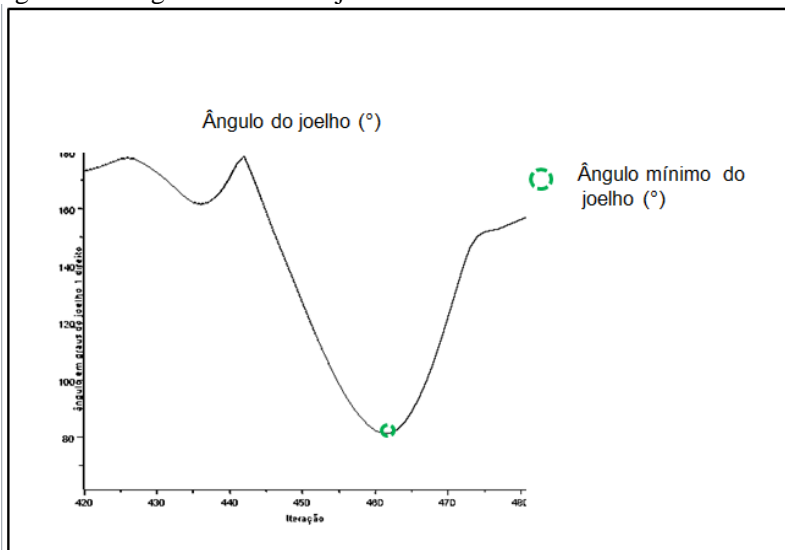


Fonte: Produção do próprio autor.



**Ângulo mínimo da articulação do joelho:** maior flexão do ângulo do joelho durante a execução do chute giro dorsal, figura 11:

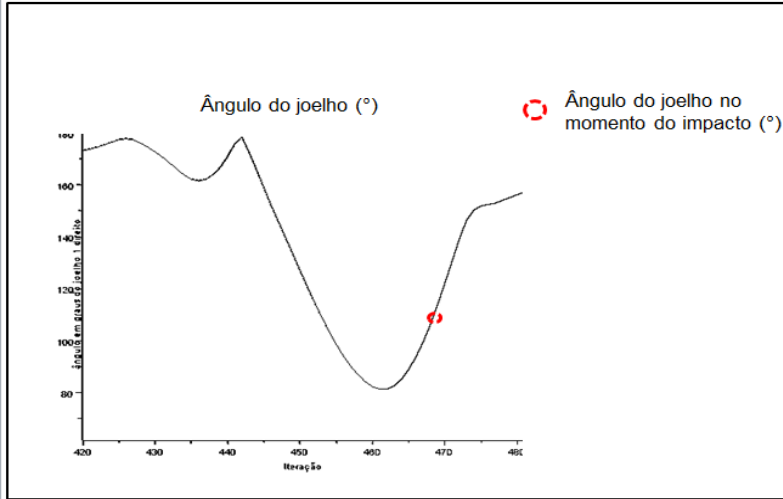
Figura 11- Ângulo mínimo do joelho



Fonte: Produção do próprio autor.

**Ângulo da articulação do joelho no momento do impacto:** ângulo da articulação do joelho formado pelo segmento perna-coxa no momento em que o dorso do pé entra em contato com o alvo, figura 12:

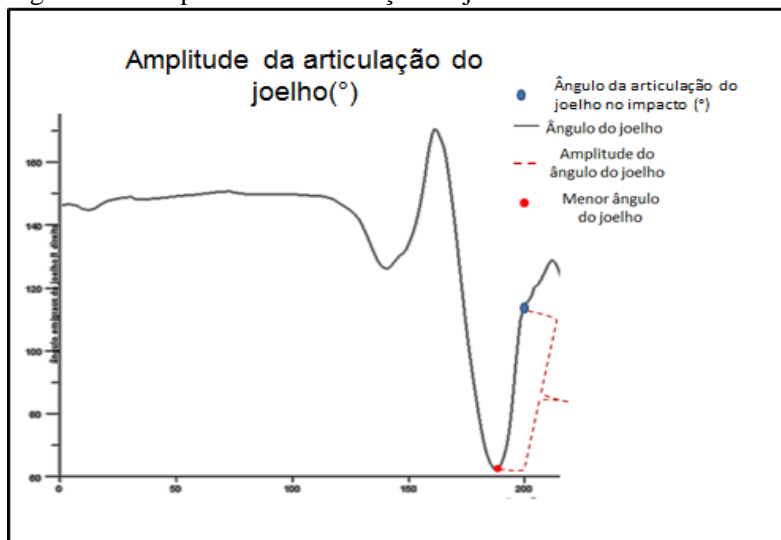
Figura 12- Ângulo da articulação do joelho no momento do impacto



Fonte: Produção do próprio autor.

**Amplitude da articulação do joelho:** Diferença entre o ângulo mínimo da articulação do joelho até o momento em que o dorso do pé entra em contato com o alvo, figura 13:

Figura 13 - Amplitude da articulação do joelho



Fonte: Produção do próprio autor.

### 3.7 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Para verificar a normalidade dos dados foi utilizado o teste de *Shapiro Wilk* ( $n < 50$ ). Comprovada a normalidade dos dados foi utilizada estatística descritiva (média aritmética, desvio padrão e coeficiente de variação), para descrever as características antropométricas dos atletas: massa corporal (kg); estatura (m); comprimento do membro inferior dominante (m); para descrever o impulso (N.s) e impulso normalizado pela massa dos atletas ( $N.s.kg^{-1}$ ); para descrever o tempo de execução total (s); para descrever a velocidade máxima do pé (m/s) e velocidade do pé no momento do impacto (m/s); para descrever o ângulo mínimo da articulação do joelho (graus), ângulo da articulação do joelho no momento do impacto (graus) e amplitude da articulação do joelho (graus);

Para verificar e determinar a contribuição das variáveis cinemáticas sobre o desempenho do chute giro dorsal no karatê, adotou-se regressão linear simples.

Todos os testes foram realizados com auxílio do *software SPSS 20.0 (Statistical Package for Social Sciences, EUA)*. O intervalo de confiança adotado em todos os casos foi de 95% ( $p < 0,05$ ).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente estudo foi proposto para analisar alguns parâmetros cinemáticos sobre o desempenho do chute giro dorsal no karatê. A fim de propiciar uma melhor compreensão dos resultados, este capítulo foi organizado de acordo com os objetivos específicos, a saber: descrever as características antropométricas: massa corporal (kg); estatura (m) e comprimento do membro inferior dominante (m); descrever o impulso (N.s) e impulso normalizado pela massa dos atletas ( $\text{N.s.kg}^{-1}$ ); descrever o tempo de execução total (s); descrever a velocidade máxima do pé (m/s) e velocidade do pé no momento do impacto (m/s); descrever o ângulo mínimo da articulação do joelho (graus), ângulo da articulação do joelho no momento do impacto (graus) e a amplitude da articulação do joelho (graus) e por fim verificar a contribuição das variáveis cinemáticas sobre o desempenho do chute giro dorsal no karatê.

### 4.1 DESCRIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS DOS ATLETAS DE KARATÊ.

O primeiro objetivo do estudo foi descrever as características antropométricas: massa corporal (kg); estatura (m); comprimento do membro inferior dominante (m). Os resultados referentes às variáveis antropométricas dos atletas de karatê estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1- Características antropométricas dos atletas de karatê.

	Comprimento membro inferior dominante (m)	Estatura (m)	Massa (kg)
Atleta 1	0,95	1,82	110
Atleta 2	0,93	1,8	107
Atleta 3	0,88	1,73	74.2
Atleta 4	0,84	1,69	70
Atleta 5	0,89	1,82	80
Atleta 6	0,89	1,77	75
Atleta 7	0,83	1,65	85
Atleta 8	0,88	1,79	71
Atleta 9	0,85	1,62	60
Atleta 10	0,84	1,73	65
Atleta 11	0,87	1,79	85
Atleta 12	0,84	1,72	72

Continua

Tabela 1- Características antropométricas dos atletas de karatê.

	Comprimento membro inferior dominante (m)	Estatura (m)	Massa (kg)
Média (dp±)	0,87(±0,03)	1,74 (±0,06)	80(±16,04)
Valor Máximo	0,95	1,83	110,00
Valor Mínimo	0,83	1,62	60,00
Coefficiente de Variação (CV%)	3,0	3,0	20,0

Conclusão

Fonte: Produção do próprio autor.

Analisando os resultados contidos na Tabela 1, constata-se que os atletas apresentam uma média de comprimento de membro inferior de  $0,87 \pm 0,03$ m, estatura de  $1,74 \pm 0,06$ m e massa de  $80 \pm 16,04$ kg.

No que concerne aos índices de variabilidade entre os sujeitos, as variáveis comprimento do membro inferior e estatura, apresentaram baixa variabilidade (<10%), o que pode expressar comprimentos de membros inferiores e estatura semelhantes entre os sujeitos (GOMES, 1990). Já para a variável massa, o coeficiente de variabilidade entre os sujeitos apresentou índice médio (10%-20%), indicando maior heterogeneidade do grupo, ou seja, os sujeitos apresentam pesos diferenciados (classificando-os nas categorias leve a super pesado).

Buscando suporte na literatura encontrou-se os seguintes estudos, O' Sullivan *et al.* (2009) avaliaram atletas de *Taekwondo*, encontrando a média do comprimento dos membros inferiores de  $0,92 \pm 0,03$ m. Portanto, valores superiores ao encontrado em nosso estudo ( $0,87 \pm 0,03$ m). Entretanto valores inferiores foram encontrado por Kim *et al.* (2010) ao avaliar atletas de *Taekwondo* e *Hapkido* ( $0,82,7 \pm 5,1$ m) e por Piemontez (2012) ao analisar atletas de elite de Karatê (  $0,79 \pm 0,05$ m). Sintetizando o comprimento dos membros inferiores em diferentes tipos de lutas marciais não apresentam grande variabilidade sendo que os menores valores foram de 0,79m e os maiores 0,92m. Portanto, a média de valores encontrados neste estudo ( $0,87 \pm 0,03$ m) está dentro da faixa dos demais estudos realizados com atletas de elite em artes marciais.

Com relação à estatura, os atletas deste estudo apresentaram uma média de 1,74m, valor maior do que os valores de estatura média de 1,69m verificado por Sorensen *et al.* (1996) com atletas de *Taekwondo*, ao estudo de Falco *et al.* (2009) cuja estatura média foi de 1,73m, e o estudo de Rossi e Tirapegui (2007) com média de 1,72m para

a estatura dos karatecas. Por outro lado os karatecas deste estudo apresentaram estatura média menor que os valores encontrados nos estudos de O'Sullivan *et al.* (2009), Hong, Luk e Hong (2000) e Pedzich, Mastalerz e Urbanik (2006) (1,75m, 1,78m e 1,81m respectivamente) com atletas de *Taekwondo*, e de Dworak, Oziewiecki e Mlczynski, (2005) em atletas de karatê (1,79m).

Em síntese a estatura de atletas de artes marciais conforme os estudos apresentados encontra-se entre o valor mínimo de 1,69m e o valor máximo de 1,81m, assim os atletas de Karatê deste estudo encontram-se em valor intermediário (1,74m) quando comparados com as medidas da estatura de outros estudos com atletas de artes marciais.

No que se refere à massa, a média encontrada para os atletas de karatê deste estudo foi de  $80,0 \pm 16,04$ kg, superior aos valores de massa (68kg) encontrados no estudo de Rossi e Tirapegui (2007) ao analisar atletas de karatê; aos valores encontrados por Pozo, Bastien e Dierick (2011) ao analisar atletas nacionais e internacionais de karatê que obtiveram uma média de 70,3kg, aos valores encontrados por Dworak, Oziewiecki e Mlczynski, (2005) ao avaliar karatecas de elite, que obteve uma média para a massa corporal de  $78,5 \pm 6,5$ kg, aos valores encontrados por O'Sullivan *et al.* (2009) ao analisar atletas de *Taekwondo*, cuja a média de massa desses atletas foi de 71,5 kg; e ainda aos valores médios de massa corporal ( $76,2 \pm 8,3$ kg) verificados no estudo de Kim *et al.* (2010) ao avaliar atletas de *Taekwondo* e Hapkido. Entretanto inferiores aos valores encontrado em estudo de Estevan *et al.* (2012), quando investigou os atletas de *Taekwondo* por categorias de peso e obtiveram uma média de massa de  $90,2 \pm 5,6$ kg. Desta forma os valores da média de massa corporal obtidos neste estudo encontra-se dentro dos valores descritos na literatura sobre peso corporal de atletas de artes marciais.

Em síntese as variáveis antropométricas dos atletas estudados não apresentaram dados discrepantes, exceto para os atletas 1 e 2 que apresentaram maior massa corporal, quando comparados aos demais. Na prática, dada às diferenciações antropométricas, nas competições os atletas são separados por categorias de peso, de modo que se possa ter um confronto entre adversários mais homogêneos possíveis (OLIVEIRA, 1982)

Entretanto, no que diz respeito a estatura, constata-se atletas mais altos competindo com atletas mais baixos, mas pertencentes à mesma categoria de peso. Estas formações corporais tendem a determinar a técnica ou a forma de lutar dos karatecas. Torna-se

importante considerar o biótipo do atleta, pois quando este fizer a escolha da modalidade a qual deseja participar, venha ao encontro de suas aptidões físicas, gerando melhores resultados e satisfação pessoal.

Segundo Amadio e Duarte (1996) a antropometria determina as características e propriedades do aparelho locomotor bem como as dimensões das formas geométricas de segmentos corporais, a distribuição de massa, braços de alavancas, posições articulares, comprimentos dos membros, entre outras, definindo um modelo antropométrico, contendo parâmetros necessários para a construção de um modelo biomecânico da estrutura analisada.

Outra variável fundamental para a execução de um determinado gesto motor é o tempo de prática no esporte. Atletas de elite também são denominados como tendo desempenho em estágio avançado “*expert*”. Neste estágio o executante tem certeza de como alcançar a meta da ação, com um gasto mínimo de energia e/ou tempo; de modo que o executante precise de um mínimo de atenção para realizar a tarefa (automatização), podendo dirigir grande parte de sua atenção para os elementos não relevantes ao controle da mesma (PELLEGRINI, 2000). A idade e o tempo de prática dos karatecas do presente estudo estão discriminados na Tabela 2.

Tabela 2 - Idade e tempo de prática dos atletas do estudo.

	Idade (anos)	Tempo de prática (anos)
Atleta 1	35	20
Atleta 2	34	20
Atleta 3	20	5
Atleta 4	22	7
Atleta 5	19	6
Atleta 6	33	15
Atleta 7	28	15
Atleta 8	33	17
Atleta 9	28	20
Atleta 10	27	15
Atleta 11	32	15
Atleta 12	21	5
Média ( $\pm$ dp)	27,66 ( $\pm$ 5,88)	13,33( $\pm$ 5,95)
Valor Máximo	35,0	20,0
Valor Mínimo	19,0	5,0
Coefficiente de Variação (CV%)	21,0	44,0

Fonte: Produção do próprio autor.



Analisando os resultados contidos na Tabela 2, constata-se que os atletas apresentaram uma média de idade de  $27,66 \pm 5,88$  e tempo de prática de  $13,33 \pm 5,95$ . No que concerne aos índices de variabilidade entre os sujeitos, as variáveis idade e tempo de prática apresentaram um maior índice de variabilidade (20%-50%), o que pode expressar maior heterogeneidade entre a idade e tempo de prática desses atletas.

No que se refere ao tempo de prática, os atletas deste estudo possuem uma média de tempo prática de  $13,33 \pm 5,95$  anos, valores inferior a este foram encontrados nos estudos de Pozo, Bastien e Dierick (2011), Del Vechio, Michelini e Gonçalves (2005), Kim, Kim e Im (2011), Dworak, Oziewiecki e Mclczynski, (2005), Hong, Kam e Jim (2000), com uma média de  $13,00 \pm 6,5$  anos,  $10,6 \pm 3,6$  anos, 7,25 anos,  $9,7 \pm 5,8$  anos e  $7,50 \pm 2,50$  anos, respectivamente. Entretanto, valores superiores foram encontrados no estudo de Silva (2009) com uma média de  $14,5 \pm 3,3$  anos. Verifica-se, portanto que os atletas têm um tempo médio de treino intermediário ao referenciado na literatura. Para Nakayama (2000; 2004), conhecer o tempo de prática dos atletas se torna importante, atletas de elite, com maior tempo de prática, possuem maior conhecimento técnico, otimizando o aumento do volume e intensidade de treinamento, obtendo melhor desempenho.

Segundo Ericsson, Krampe e Römer (1993), o melhor desempenho é predominantemente adquirido com o treinamento e está diretamente relacionado com o desempenho atual. Martins (2012), ao analisar o perfil técnico de karatecas, verificou que o maior tempo de prática, maior frequência semanal de treino, melhor resultado das técnicas cinemáticas, consequentemente melhor desempenho.

Com relação à idade os atletas deste estudo tem uma média de  $27,66 \pm 5,88$  anos, semelhante ao estudo de Silva (2009) que obteve uma média de  $27 \pm 2,9$  anos, mas superior aos valores encontrados por Estevan *et al.* (2012) que obtiveram uma média de  $25,03 \pm 5,68$  anos. Embora os atletas de karatê deste estudo estejam dentro dos padrões de referencia em relação aos estudos encontrados com atletas de artes marciais, verificou-se um alto índice de variabilidade (21,0% para a idade e 44,0% para o tempo de prática), e estes valores quando combinados, por exemplo, o atleta mais jovem e com menos tempo de prática, possivelmente, demonstrará menor proficiência motora na execução do chute giro dorsal no Karatê. Este fato poderá ser identificado na caracterização das variáveis cinemáticas e cinéticas dos próximos tópicos.

## 4.2 DESCRIÇÃO DO IMPULSO (N.s) E IMPULSO NORMALIZADO PELA MASSA DOS ATLETAS (N.s.kg<sup>-1</sup>) DURANTE A EXECUÇÃO CHUTE GIRO DORSAL DO KARATÊ

Finalizada a descrição do perfil antropométrico, o segundo objetivo específico que foi descrever o impulso (N.s) e impulso normalizado pela massa dos atletas (N.s.kg<sup>-1</sup>). Os resultados estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Descrição do impulso e o impulso normalizado pela massa dos atletas durante a execução do chute giro no karatê.

	Impulso (N.s)		Impulso Normalizado pela massa (N.s.kg <sup>-1</sup> )	
	Média (±dp)*	CV%	Média (±dp)*	CV%
Atleta 1	119,31(±25,38)	21	1,08 (±0,23)	21
Atleta 2	110,96(±31,10)	28	1,03(±0,29)	28
Atleta 3	73,22(±22,82)	31	0,98(±0,30)	31
Atleta 4	86,67(±37,11)	42	1,23(±0,53)	42
Atleta 5	59,33(±13,48)	22	0,74(±0,16)	22
Atleta 6	78,31(±28,59)	36	1,04(±0,38)	36
Atleta 7	61,67(±19,15)	31	0,72(±0,22)	31
Atleta 8	61,68 (±26,69)	43	0,86(±0,37)	43
Atleta 9	61,18(±15,23)	24	1,01(±0,25)	24
Atleta 10	86,65 (±18,94)	21	1,33(±0,29)	21
Atleta 11	73,18(±22,36)	30	0,86(±0,26)	30
Atleta 12	64,62(±24,87)	38	0,89(±0,34)	38
Média (±dp)**	78,06(±19,84)		0,98 (±0,18)	
Valor Máximo	119,31		1,33	
Valor Mínimo	59,33		0,74	
Coefficiente de Variação (CV%)	25,0		18,0	

Fonte: Produção do próprio autor.

Legenda: \*—n:5 chutes

\*\*=n:60 chutes

Na Tabela 3 verifica-se que a média do impulso do membro inferior dominante foi de 78,06±19,84N.s, com alta variabilidade entre os sujeitos (20%-50%), indicando que os valores dos impulsos são distintos (GOMES, 1990).

Quando normaliza-se o impulso pela massa (peso corporal) dos Karatecas, encontrou-se o valor médio de  $0,98 \pm 0,18 \text{ N.s.kg}^{-1}$ , apontando um grupo com valores de impulso mais homogêneo (18,0%).

Ao analisar o impulso do chute giro dorsal, observamos uma média de  $78,06 \pm 19,84 \text{ N.s}$ , superior aos valores encontrados em estudo de Pearson (1997), quando analisou o chute giratório em atletas de *Taekwondo* e obteve uma média de impulso de  $32,2 \pm 8,0 \text{ N.s}$ , já em estudo com Pedzich, Mastalerz e Urbanik (2006), ao analisar dois chutes com atletas de *Taekwondo*, encontrou uma média de impulso para o chute lateral de  $42 \pm 15 \text{ N.s}$  para o membro esquerdo e  $38 \pm 8 \text{ N.s}$  para o membro direito, e para o chute giro dorsal encontrou uma média de impulso de  $34 \pm 8 \text{ N.s}$  para o membro inferior direito e  $30 \pm 12 \text{ N.s}$  para o membro inferior esquerdo. Ainda em estudo com atletas de *Taekwondo*, Sidthilaw (1996) ao analisar o chute semicircular, obteve uma média de valores para o impulso de  $50,2 \pm 19 \text{ N.s}$ . Já Tsai e Hung (2000) ao analisar jovens atletas de *Taekwondo* obtiveram  $64,9 \pm 18,4 \text{ N.s}$ , demonstrando que o chute giro dorsal neste estudo foi superior no desempenho mensurado pelo impulso quando comparado a outros estudos realizado com atletas de *Taekwondo* que tem um perfil antropométrico semelhante aos desta pesquisa.

Esta constatação caracteriza o chute giro dorsal como uma importante técnica de ataque durante os treinos e competições. Porém, existem alguns fatores que podem influenciar a força do impacto desenvolvida na execução do chute, entre estes a massa corporal e especificamente a massa da perna que executa o chute, o comprimentos dos membros inferiores, o tempo de prática desses atletas que neste estudo os atletas possuem um tempo de prática superior ( $13,33 \pm 5,95$  anos) ou a diferença na técnica do chute.

Ao analisar os atletas individualmente, verificamos que os Karatecas (1 e 2) que desempenharam os valores de maior impulso são os atletas com maior massa corporal (110 e 107 kg respectivamente) estas evidências corroboram com Pedzich, Mastalerz e Urbanik, (2006) que verificaram uma correlação significativa entre a força de impacto e massa corporal, atestando a capacidade do atleta de aumentar a força devido à sua maior massa corporal. O mesmo resultado pode ser visto em estudo de Falco *et al.* (2011) onde os atletas de categorias de peso tiveram maiores força do que os atletas das categorias leve.

Porém, normalizando esse impulso pela massa corporal, pode-se verificar que os Karatecas 10 e 4 foram os atletas que obtiveram o maior impulso ( $1,33$  e  $1,23 \text{ N.s.kg}^{-1}$ ). Assim, embora em valores

absolutos (desempenho no impulso sem normalizar pela massa) os atletas com maior massa desempenharam um maior impulso, em valores relativos (impulso normalizado pela massa) foi diferente, demonstrando que o valor máximo de chute normalizado não é do atleta que desempenhou o valor máximo absoluto, já o menor impulso normalizado ou não pela massa, pertence ao mesmo atleta (atleta 5).

Entretanto, o atleta que apresentou o menor impulso (atleta 5), não é o atleta com menor massa corporal, porém é o atleta com menor idade, e que possui um dos menores tempo de prática. De forma que possa estar realizando o chute com alguma técnica inadequada, visto que o chute giro dorsal é um movimento complexo, gerando certa dificuldade ao executar o padrão de movimento correto. Ou ainda por não ter ajustando bem sua distância em relação ao alvo, o que poderia ocasionar um menor desempenho, segundo os achados de Estevan *et al.* (2010, 2011), ao concluir que a distância em relação ao alvo influencia no desempenho do chute, ao se aproximar ou se afastar demais do alvo.

Portanto, em relação ao impulso (N.s) e impulso normalizado pela massa, gerado pelos atletas deste estudo, verificou-se uma grande e média variabilidade, demonstrando diferença na força de impacto gerado por estes atletas, o que pode ter acontecido por diversos fatores, fisiológicos, biomecânicos e ambientais.

#### 4.3 DESCRIÇÃO DO TEMPO DE EXECUÇÃO TOTAL DO CHUTE GIRO DORSAL NO KARATÊ.

O terceiro objetivo do estudo foi descrever o tempo de execução total do chute giro dorsal no karatê. Os resultados são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4- Descrição do tempo de execução total do chute giro dorsal

	Tempo de execução do chute (s)	
	Média ( $\pm$ dp) *	CV%
Atleta 1	0,28( $\pm$ 0,04)	14
Atleta 2	0,32( $\pm$ 0,01)	6
Atleta 3	0,32( $\pm$ 0,02)	6
Atleta 4	0,38( $\pm$ 0,01)	5
Atleta 5	0,34( $\pm$ 0,03)	8
Atleta 6	0,34( $\pm$ 0,00)	2
Atleta 7	0,28( $\pm$ 0,00)	2
Atleta 8	0,38( $\pm$ 0,01)	3

Continua

Tabela 4 - Descrição do tempo de execução total do chute giro dorsal

Tempo de execução do chute (s)		
	Média ( $\pm$ dp) *	CV%
Atleta 9	0,31( $\pm$ 0,03)	10
Atleta 10	0,34( $\pm$ 0,04)	12
Atleta 11	0,33( $\pm$ 0,00)	1
Atleta 12	0,31( $\pm$ 0,02)	6
Média ( $\pm$ dp)**	0,32 ( $\pm$ 0,03)	
Valor Máximo	0,38	
Valor Mínimo	0,28	
Coefficiente de Variação (CV%)	9,0	

Conclusão

Fonte: Produção do próprio autor.

Legenda: \*=n:5 chutes

\*\*=n:60 chutes

Observando a Tabela 4, a média do tempo de execução total do chute giro dorsal foi de  $0,32 \pm 0,03$ s. No que concerne aos índices de variabilidade o tempo de execução total do chute giro dorsal apresentaram baixa variabilidade (<10%), o que expressa que os sujeitos apresentam tempos próximos na execução do chute (GOMES, 1990).

No que se refere à descrição do tempo de execução total do chute giro dorsal (Tabela 4), verificou-se que os karatecas realizaram o chute com uma média de  $0,32 \pm 0,03$ s, valores superiores (0,77s, 0,66s e 0,50s) foram encontrados respectivamente nos estudos de Lee e Huang (2006), Falco; Estevan e Vieten (2011) e Kim e Kim (2011) ao analisarem o mesmo movimento, porém em atletas de Taekwondo. Entretanto, valor inferior aos deste estudo foi encontrado por Kim; Kim e Im (2011) ao analisar o chute também com atletas de taekwondo.

Estas diferenças encontradas na literatura podem ser atribuídas aos valores diferenciados do tempo médio da realização dos chutes em artes marciais que podem ter ocorrido devido ao tempo de duração diferente tomado para cada fase durante a execução do chute (BOEY; XIE, 2002) ou devido a variáveis como velocidades lineares: inicial, máxima e imediatamente antes do contato, do quadril e tornozelo do membro inferior de chute (MARTINS; PINTO; MELO, 2010), ou o nível de habilidade dos atletas e a preferência por determinada técnica (OLIVEIRA, 1982).

Ou ainda Lee e Huang (2006) e Piemontez (2012) colocam que a distância em relação ao alvo referencia o tempo que é necessário para

alcançar o alvo/adversário e marcar pontos. Assim, atletas com menor comprimento do membro inferior de chute se aproximam do alvo, diminuindo esta distância de modo a executar o chute no menor tempo possível. Ao contrário de atletas com maior comprimento de membro inferior que se afastam do alvo, ajustando esta distância para que possam ter a mesma eficiência na execução do chute, gerando assim um maior tempo de execução.

Entretanto, ao analisar os atletas individualmente, podemos perceber que o atleta 1 e 7, foram os karatecas que realizaram o chute em menor tempo, contudo ao verificar as características antropométricas, mas especificamente o comprimento do membro inferior desses atletas, percebeu-se que o atleta 1 possui o maior comprimento do membro inferior e o atleta 7 o menor comprimento do membro inferior, entrando em conflito com os achados de Lee e Huang e Piemontez (2012) (2006). E concluindo que independente do comprimento do membro inferior, o atleta pode ter o mesmo tempo de execução, de forma que quando o comprimento do membro inferior é menor, a distância até o alvo também é menor (tempo menor). Contudo quando o comprimento do membro inferior é maior a distância também é maior, mas no ultimo caso, ele chegará ao mesmo tempo ao alvo, já que seu comprimento de membro inferior contribui para isso.

Estudos de Silva *et al.* (2003); Malina e Eisemann (2004); Del Vecchio, Michelini e Gonçalves (2005); Rigatto (2008) e Santos (2008) apontam a estatura, a envergadura, o comprimento de segmentos corporais, a composição corporal e o somatótipo como fatores que influenciam na mecânica da técnica esportiva (por exemplo na natação, voleibol e judô) e ainda citam que esta correlação é positiva ou negativa, dependendo do segmento corporal analisado e da tarefa motora a ser executada.

Sintetizando, o tempo de execução total obtido pelos atletas deste estudo apresentou um índice de variabilidade baixo, apresentando homogeneidade nos tempo de execução dos chutes entre os atletas investigados. Entretanto, ao comparar com os outros estudos, verificou-se que todos os atletas realizaram o mesmo chute em menor tempo dos que a maioria da literatura consultada.

#### 4.4 DESCRIÇÃO DA VELOCIDADE MÁXIMA DO PÉ E VELOCIDADE DO PÉ NO MOMENTO DO IMPACTO DURANTE A EXECUÇÃO DO CHUTE GIRO DORSAL NO KARATÊ.

O quarto objetivo do estudo foi descrever a velocidade máxima do pé, e a velocidade do pé no momento do impacto, os resultados desta descrição estão dispostos na Tabela 5.

Tabela 5 - Descrição da velocidade máxima do pé e velocidade do pé no momento do impacto do chute giro dorsal.

	Velocidade máxima do pé		Velocidade do pé no momento do impacto	
	Média (dp±)*	CV%	Média (dp±)*	CV%
Atleta 1	14,09(±0,76)	5	4,95(±0,48)	9
Atleta 2	9,77(±0,46)	4	1,64(±0,72)	44
Atleta 3	10,65(±1,42)	13	2,29(±0,28)	12
Atleta 4	10,05(±1,32)	13	4,41(±0,33)	7
Atleta 5	10,85(±0,75)	6	3,60(±0,89)	24
Atleta 6	9,94(±0,61)	6	7,16(±1,18)	16
Atleta 7	11,06(±1,07)	9	5,32(±0,32)	6
Atleta 8	8,86(±0,44)	4	3,10(±1,42)	46
Atleta 9	11,16(±0,80)	7	3,74(±0,55)	14
Atleta 10	10,78(±1,29)	12	4,35(±1,09)	25
Atleta 11	10,15(±0,58)	5	4,67(±0,37)	7
Atleta 12	11,31(±0,25)	2	4,34(±1,30)	30
Média (dp±)**	10,72 (±1,21)		4,13(±1,44)	
Valor Máximo	14,09		7,16	
Valor Mínimo	8,86		1,64	
Coefficiente de Variação (CV%)	11,0		34,0	

Fonte: Produção do próprio autor.

Legenda: \* n=5 chutes / \*\* n=60 chutes

Na Tabela 5, verifica-se que a média velocidade máxima do pé durante o chute giro dorsal foi de 10,72±1,21m/s, e a média da velocidade do pé no momento do impacto foi de 4,13±1,44m/s.

No que concerne aos índices de variabilidade entre os sujeitos, a velocidade máxima do pé, apresentou média variabilidade (10-20%), o que pode expressar diferença na velocidade máxima do pé durante a execução do chute (GOMES, 1990). Para a velocidade do pé no momento do impacto, o coeficiente de variabilidade entre os sujeitos

apresentou índice alto (20%-50%), indicando valores diferenciados nesta variável entre os karatecas. Esse alto índice de variabilidade pode ser justificado por Silva, (2007) ao observar que, embora sejam atletas experientes de karatê, a sequência de movimentos na execução do giro dorsal foi diferente para cada sujeito, que adotam ações mecânicas distintas para obter melhor desempenho técnico.

Em relação à média da velocidade máxima do pé, o valor obtido ( $10,72 \pm 1,21$  m/s) encontra-se acima dos valores do estudo de Piemontez (2012) ao encontrar uma média de 9,43 m/s e em estudo de Oliveira (2009) que obteve uma média de 8,70 m/s ao analisar o chute realizado por atletas de karatê, ou em estudo de Zahran e El Seoufy (2010), encontrado uma média de 6,38 m/s realizando o estudo com atletas de *Taekwondo*. Entretanto encontra-se abaixo dos estudos de Kim e Kim (2006), Nien, Chang e Tang (2007), Kim, Kim e Im (2011), ao encontrar uma média de valores para a velocidade máxima do pé de  $12,9 \pm 1$  m/s,  $11,62 \pm 2,1$  m/s,  $11,5 \pm 1,0$  m/s, respectivamente ao analisar o chute com atletas de *taekwondo*. Ainda no estudo de Lee (2001) ao realizar o estudo com atletas de duas artes marciais, *Taekwondo* e *Hapkido*, e registrando uma média de velocidade máxima do pé de 12,00 m/s e 14,50 m/s respectivamente.

Estudos (BOEY; XIE, 2002; PECORAIOLI; MERNI, 2007; FALCO *et al.*, 2009; MARTINS, PINTO, MELO, 2010), destacam que o objetivo ao realizar o chute é acertar o alvo com a máxima velocidade, com a maior quantidade de força em menor tempo possível.

Em relação à velocidade do pé no instante do impacto, os atletas deste estudo obtiveram valor médio de  $4,13 \pm 1,44$  m/s, inferior aos valores apontados em estudo de Pearson (1997) ao analisar atletas de *Taekwondo* encontrando uma média para a velocidade do pé no instante do impacto de  $12,1 \pm 1,1$ ; ou em estudo de Sidthilaw (1996) ao analisar atletas de *Thai Boxing* encontrado uma média de  $6,8 \pm 1,2$  m/s. Entretanto, nos estudos citados (SIDTHILAW, 1996; PEARSON, 1997) não foi esclarecido se a velocidade analisada é em direção ortogonal ao alvo, como de fato foi objeto neste estudo. O que justificaria o menor valor encontrado no presente estudo. De forma que tais achados podem ser explicados por outros diferentes fatores, entre eles o tamanho da amostra, o qual foi selecionado 15 atletas, porém foi analisado somente o melhor chute, por diferenças no critério utilizado para selecionar os sujeitos, pela diferença na arte marcial ou pelo diferente alvo utilizado nos estudos.



A maximização da velocidade do pé, segundo Putnam (1991) depende das velocidades angulares dos segmentos proximais (quadril e joelho), assim como da transferência de velocidades entre eles. Além das velocidades angulares das articulações que compõem o sistema, a velocidade linear do pé também depende de uma relação temporal entre as articulações. No qual o movimento do segmento distal inicia-se no instante da máxima velocidade angular do segmento proximal adjacente.

Em síntese ao analisar a velocidade máxima do pé, percebeu que os mesmos se encontram dentro dos padrões referenciados na literatura, sendo que os menores valores encontrados foi 6,83m/s e o maior foi de 14,50m/s, portanto a média de valores encontrados neste estudo (10,72m/s) se encontra dentro da faixa encontrada nos demais estudos realizados com atletas em artes marciais. Entretanto ao analisar a velocidade no pé no instante do impacto, verificou-se que os resultados encontrados nesse estudo estão abaixo dos encontrados na literatura.

#### 4.5 DESCRIÇÃO DO ÂNGULO MÍNIMO DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO, AMPLITUDE DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO E ÂNGULO DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO NO MOMENTO EM QUE O PÉ ENTRA EM CONTATO COM O ALVO

O quinto objetivo do estudo foi descrever o ângulo mínimo da articulação do joelho, amplitude da articulação do joelho e ângulo da articulação do joelho no momento em que o pé entra em contato com o alvo, durante a execução do chute giro dorsal no karatê. Os resultados são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Descrição do ângulo mínimo da articulação do joelho, amplitude do ângulo da articulação do joelho e ângulo da articulação do joelho no momento do impacto na execução do chute giro dorsal no Karatê

	Ângulo Mínimo do joelho (°)		Amplitude da articulação do joelho (°)		Ângulo do joelho no Impacto (°)	
	Média ( $\pm$ dp)*	CV %	Média ( $\pm$ dp)*	CV %	Média ( $\pm$ dp)*	CV %
Atleta 1	79,46 ( $\pm$ 0,76)	0	27,18( $\pm$ 5,68)	20	106,64( $\pm$ 5,23)	4
Atleta 2	63,54( $\pm$ 3,03)	4	14,52( $\pm$ 6,22)	42	78,16( $\pm$ 8,48)	10

Continua

Tabela 6 - Descrição do ângulo mínimo da articulação do joelho, amplitude do ângulo da articulação do joelho e ângulo da articulação do joelho no momento do impacto na execução do chute giro dorsal no Karatê

	Ângulo Mínimo do joelho (°)		Amplitude da articulação do joelho (°)		Ângulo do joelho no Impacto (°)	
	Média (±dp)*	CV %	Média (±dp)*	CV %	Média (±dp)*	CV %
Atleta 3	54,64(±5,18)	9	16,43(±6,82)	41	71,07(±9,13)	
Atleta 4	40,81(±5,72)	14	17,57(±2,70)	15	65,75(±5,72)	08
Atleta 5	57,46(±2,49)	4	24,37(±7,64)	31	81,83(±9,51)	11
Atleta 6	34,25(±9,21)	26	34,87(±7,09)	20	69,13(±8,30)	12
Atleta 7	70,66(±3,13)	4	19,53(±3,67)	18	90,19(±5,61)	6
Atleta 8	37,66(±4,21)	11	28,21(±10,59)	37	65,87(±11,16)	16
Atleta 9	67,32(±3,77)	5	20,42(±4,86)	23	87,74(±7,29)	08
Atleta 10	48,15(±12,40)	25	22,56(±6,99)	31	78,34(±14,13)	18
Atleta 11	46,31(±3,51)	7	16,36(±5,50)	33	69,74(±7,45)	10
Atleta 12	63,00(±2,01)	3	21,52(±10,02)	46	84,52(±9,63)	11
Média (±dp)**	55,27 (±14,11)		21,96 (±5,90)		79,08(±12,05)	
Valor Máximo	79,46		34,87		106,64	
Valor Mínimo	34,25		14,52		65,75	
Coefficiente de Variação (CV%)	25,0		26,0		15,0	

#### Conclusão

Fonte: Produção do próprio autor.

Legenda: \* n=5 chutes

\*\* n=60 chutes

Analisando os resultados contidos na Tabela 6, verificou-se que a média de ângulo mínimo da articulação do joelho durante a execução do chute giro dorsal foi de  $55,27 \pm 14,11^\circ$ , no momento em que o pé entra em contato com o alvo a média do ângulo da articulação do joelho foi de  $79,08 \pm 12,05^\circ$ , para a amplitude da articulação do joelho (do ângulo mínimo da articulação do joelho até o momento em que o pé entra em contato com o alvo) foram encontrados uma média de  $21,96 \pm 5,90^\circ$ .

Para o ângulo mínimo da articulação do joelho e o ângulo da articulação do joelho no momento em que o pé entra em contato com o

alvo, o coeficiente de variabilidade entre os sujeitos apresentou índice médio (10%-20%), indicando heterogeneidade no ângulo mínimo da articulação do joelho e ângulo do joelho no impacto durante a execução do chute giro dorsal. Já para a amplitude da articulação do ângulo do joelho um coeficiente de variação de 26% indicando maior heterogeneidade. A análise dos índices de variabilidade indica que os atletas não apresentam ângulo semelhante durante a execução do chute, mesmo sendo atletas da mesma graduação (faixas pretas), pertencer à mesma equipe de competição, executarem as mesmas rotinas de treinamento. Os atletas parecem apresentar características técnicas diferentes, isso pode estar sendo explicado pela preferência de determinado chute, o nível de flexibilidade e o comprimento do membro inferior.

Com relação ao ângulo mínimo da articulação do joelho, a média obtida nesse estudo foi de  $57,04 \pm 12,94$ . Valores inferiores ( $55,68 \pm 1,73^\circ$ ) foram encontrados em estudo de Wang *et al.* (2011). Entretanto valores superiores para o ângulo mínimo da articulação do joelho ( $61,5^\circ$ ) foram encontrados no estudo de Zahran e Elseoufy (2010), por Lee (2001)  $65^\circ$ , por O'Sullivan (2009)  $63,4^\circ$ , e por Lee e Chen (2008)  $61,5 \pm 6,6^\circ$ , ao analisar o chute com atletas de *taekwondo*. Para Lee (2001) ao flexionar mais o joelho, os atletas diminuem o raio de giro da perna que reduz a inércia de rotação, obtendo um melhor desempenho no chute.

Ainda em relação à posição angular do joelho no momento em que o pé entra em contato com o alvo a média para o grupo estudado foi de  $79,08 \pm 12,05^\circ$ , não apresentando grande extensão. Já em estudo com atletas iniciantes de *Taekwondo*, Fernandes (2012) percebeu que os atletas atingiram o alvo com uma média de ângulo da articulação do joelho de  $110^\circ$ . Em estudo sobre quatro chutes básicos de competição do *taekwondo* para determinar o potencial de lesão torácica, todos os participantes acertaram o alvo com a articulação do joelho em semiextensão (SERINA; LIEU, 1991). E Neto *et al.* (2008) ao estudar um soco do Kung fu relataram que ao executar o movimento, o cotovelo também não apresentou extensão máxima. Corroborando com os dados encontrados neste estudo.

Robertson *et al.* (1985) ao analisar o chute do futebol, conclui que essa ação excêntrica dos músculos flexores de joelho (isquiotibiais), que reduz a velocidade angular dessa articulação momentos antes do contato com a bola, ocorre com o objetivo de reduzir a possível hiperextensão do joelho devido a velocidade com que o joelho é

estendido. Segundo Silva (2009) a explicação para esse resultado, parece apresentar uma relação direta como os músculos agonistas e antagonistas envolvidos na extensão da articulação do joelho, na qual não atingiu sua completa extensão quando o pé atingiu o alvo indicando um mecanismo de proteção da articulação, evitando que seja ligeiramente estendida em sua amplitude máxima.

Referente à amplitude do movimento a partir da máxima flexão do joelho não foi analisada em outros estudos ficando prejudicado o confronto com estudos disponíveis na literatura. Entretanto, vale destacar a grande variabilidade na amplitude da articulação do joelho encontrada nos chutes executados pelos mesmos atletas (tabela 6), o que pode explicar também a grande variabilidade no impulso. Acredita-se, portanto que estes resultados possam ser considerados como valores de referências para próximos estudos.

Desta forma, verificou-se que as médias dos dados obtidos neste estudo encontram-se abaixo dos valores estabelecidos na literatura. Entretanto, ao observar o grupo foram encontrados valores diferenciados durante a execução dos chutes, indicado um grupo heterogêneo ao observar essas variáveis, o que pode ter gerado uma diferença ao comparar a média com os valores da literatura.

#### 4.6 CONTRIBUIÇÃO DE VARIÁVEIS CINEMÁTICAS SOBRE O DESEMPENHO DO CHUTE GIRO DORSAL NO KARATÊ.

O sexto objetivo específico deste estudo foi analisar os parâmetros cinemáticos sobre o desempenho do chute giro dorsal no Karatê. Estudos (FALCO *et al.*, 2009; MCGILL *et al.*, 2010; ESTEVAN *et al.*, 2011) tem definido o tempo de execução e a força de impacto (PEARSON, 1997; O'SULLIVAN, 2009; ESTEVAN *et al.*, 2012) como parâmetros essenciais durante competições de diversas artes marciais, determinando o desempenho do chute. Para os autores o melhor tempo execução do chute contribui para que o atleta atinja o adversário em áreas corporais (abdômen ou cabeça) que possibilitam marcar um maior numero de pontos durante o combate, já a força de impacto executada eficientemente poderá levar o adversário ao nocaute definindo o resultado da luta.

Para a relação de causa e efeito entre as variáveis, foram estabelecidas as contribuições acima de 0,6 na determinação da influência de variáveis independente (amplitude da articulação do joelho e ângulo mínimo do joelho) sobre as variáveis dependentes (impulso e

tempo de execução total do chute), conforme critério estabelecido por Siegel e Castellan Jr. (2006).

Cada atleta realizou cinco chutes com o membro inferior direito, contra o alvo instrumentado. Desta forma, foi realizada uma regressão linear individualmente (com os cinco chutes executado por cada atleta), visando identificar quais as variáveis tem maior contribuição no desempenho do chute giro dorsal. Esta alternativa ocorreu considerando que cada atleta possui características antropométricas diferenciadas, fator que pode influenciar nos resultados ao analisar todos os atletas simultaneamente. Porém, foi realizada também uma regressão linear simples com todos os dados dos atletas juntos, mas normalizando o impulso dos atletas pela massa, e o tempo de execução do chute pelo comprimento do membro inferior, visto que em alguns estudos (PIEMONTEZ, 2011; MARTINS, 2012) isso foi realizado.

A seguir são apresentados os coeficientes de regressão linear simples, tendo como variável observada o impulso e como variável preditora a amplitude da articulação do joelho (diferença entre o ângulo mínimo da articulação do joelho e o momento em que o pé entra em contato com o alvo) (Tabela 7).

Tabela 7 - Contribuição da amplitude da articulação do joelho sobre o impulso do chute giro dorsal

Variável observada	Variável preditora	p	r	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado
Impulso	Amplitude da articulação do joelho				
Atleta 1	n=5	0,002*	0,985	0,971	0,961
Atleta 4		0,004*	0,978	0,957	0,943
Atleta 3		0,005*	0,974	0,948	0,931
Atleta 2		0,010*	0,960	0,921	0,895
Atleta 10		0,010*	0,958	0,918	0,891
Atleta 11		0,011*	0,957	0,916	0,888
Atleta 7		0,011*	0,956	0,914	0,886
Atleta 9		0,018*	0,939	0,883	0,843

Continuação

Tabela 7 - Contribuição da amplitude da articulação do joelho sobre o impulso do chute giro dorsal

Variável observada	Variável preditora	p	r	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado
Impulso	Amplitude da articulação do joelho				
Atleta 6	n=5	0,018*	0,938	0,879	0,839
Atleta 8		0,030*	0,914	0,835	0,780
Atleta 5		0,031*	0,912	0,831	0,775
Atleta 12		0,032*	0,911	0,830	0,773
Total**		0,001*	0,829	0,687	0,682

## Conclusão

Fonte: Produção do próprio autor.

Legenda: \*\*Impulso normalizado pela massa (n=60 chutes)

\*Significativo para  $p < 0,05$

Regressão Linear simples

Na Tabela 7 constata-se que a amplitude da articulação do joelho contribuiu positiva ( $R^2=0,682$ ) e significativamente sobre o impulso do chute giro dorsal ( $p=0,001$ ). Esta contribuição foi identificada na passagem dos movimentos da fase 3 para a fase 4 (Figura 7) do chute, no qual o atleta a partir no ângulo mínimo da articulação do joelho aumenta gradativamente o ângulo desta articulação até o momento em que o pé entra em contato com o alvo. Desta forma observou-se que, para todos os atletas investigados, o chute com melhor desempenho (impulso) foi o que apresentou a maior amplitude da articulação do joelho. Já o chute que obteve um menor impulso foi executado com uma menor amplitude da articulação do joelho.

Analisando o atleta 1, que obteve o melhor ajuste da reta, ( $R^2=0,961$ ) verificou-se que nos cinco chutes executados quando a amplitude da articulação do joelho a partir da máxima flexão era maior, o chute obteve um desempenho melhor para o impulso, sendo que a variabilidade da amplitude da articulação do joelho modifica o impulso final.

Constatou-se também ao analisar a Tabela 7, que o atleta de número 12, foi o atleta que obteve o pior ajuste da reta ( $R^2= 0,773$ ), entretanto ainda esta contribuição foi positiva e significativa ( $p=0,032$ ). Este pior ajuste da reta pode ter ocorrido devido a distância que este atleta atingiu o alvo, nos diferentes chutes, ou também o menor tempo de prática deste atleta. Observando que este atleta executou os chutes

obtendo os menores impulsos quando normalizado por sua massa, indicando a influencia de outras variáveis no desempenho, quando comparado aos demais atletas analisados.

Entretanto, enfatiza-se que esse resultado reforça a importância da amplitude da articulação do joelho para a obtenção do melhor desempenho do chute. O desempenho (impulso), nesse momento, é considerado a força que o atleta atingiu o alvo, que em situação real de luta poderia levar o adversário ao nocaute.

Essa maior amplitude a partir da máxima flexão do joelho pode indicar uma estratégia para proporcionar uma melhor transferência de energia entre as articulações do joelho e tornozelo (ACKERMANN, 2002). Fracarolli (1981) enfatiza que o ângulo do joelho é de fundamental importância quando se realiza um chute e para que o chute adquira maior potência, deve-se aumentar o raio do segmento por meio de uma extensão de joelho. Corroborando com isso, Teixeira e Mota (2007) analisaram o chute do futebol e concluíram que para um melhor desempenho do chute deveria aumentar a amplitude do joelho.

Aumentado à amplitude do joelho, o atleta tem uma maior alavanca para o movimento, obtendo uma maior velocidade da perna, o qual possibilita ao atleta aumentar o tempo para gerar maior aceleração. Carvalho e Carvalho (2006), concluem que a grande maioria das atividades desportivas não depende tanto de altas expressões de força, mas muito mais de que essa força ou parte dela se produza com elevada velocidade. Isto é verdade não só nos lançamentos, saltos ou remates, mas em todas as situações em que é necessário alterações rápidas de direção e/ou aceleração, como acontece na grande maioria dos eventos desportivos no caso o futebol, handebol, voleibol, basquetebol, ginástica (MENZEL *et al.*, 2005; CARVALHO; CARVALHO, 2006).

Van Ingen Schenau; Bobbert e Van Soest (1990) sugerem que quando um segmento proximal está se movendo e um músculo bi-articular se contrai isometricamente, uma energia adicional pode ser transportada deste segmento proximal para o segmento distal adjacente através de uma ação “ligamentar” deste músculo, obtendo segundo os achados deste estudo uma melhor desempenho. Embora a literatura (DAVIDS, LEES, BURWITZ, 2000; ANDRADE, 2004) tenham descrito a importância da rotação pélvica para um alcance de uma alta velocidade linear no futebol, por exemplo, não são conhecidos estudos que tenham se referido a importância da amplitude da articulação do

joelho a partir da máxima flexão do joelho até o momento em que o pé entre em contato com o alvo.

Segundo as conclusões de Andrade (2004) ao analisar atletas de futebol, maiores amplitudes de flexão do joelho, contribuíram para uma maior velocidade linear do tornozelo, indicando que a amplitude articular é um importante aspecto de controle na coordenação intra-segmentar. E que ainda os sujeitos experientes apresentaram melhor controle, permitindo uma maior máxima velocidade e um melhor desempenho do movimento. Neste mesmo estudo, Andrade (2004) mostra que a inclinação da pelve para trás pode contribuir para uma melhor transferência de energia entre as articulações, que proporcionariam maior velocidade na extensão do joelho.

Kim, Kim e Im (2011), realizaram estudo analisando a cinemática articular da perna dominante do chute no *Taekwondo* e o papel do ângulo articular no desempenho da velocidade do chute. Os resultados por meio da análise cinemática, demonstraram que os chutes dependem principalmente de flexão/extensão e articulações do joelho que resultaram em uma maior velocidade do chute. Concluíram que todos os graus de liberdade de movimento do quadril podem contribuir para a velocidade do chute e a potência positiva ou negativa, dependendo da angulação e os limites anatómicos da amplitude de movimento.

Da mesma análoga, os chutes que apresentaram menor desempenho foram aqueles que tiveram menor amplitude do joelho a partir de sua máxima flexão, atingindo o alvo com a perna ainda muito flexionada. Davids, Lee e Burwitz, (2000) ao analisar o chute do futebol, verificando que uma maior amplitude, permite maior tempo de aceleração linear do pé em direção da bola, obtendo uma maior velocidade.

Cada atleta ajustou a distância conforme a sua preferência a partir sua estatura e do comprimento do membro inferior, de forma que possibilitasse uma distância ótima para o contato com o alvo. De acordo com Piemontez (2002) o Karateca ajusta a sua distância em relação ao alvo, de modo que possa atingir maior velocidade em menor tempo possível, dificultando a ação do adversário tanto durante os treinamentos quanto em competição. Porém essa menor amplitude pode ter sido ocasionada em função da distância ajustada em direção ao alvo ao se posicionar muito próximo, impossibilitando o aumento da amplitude da articulação do joelho, o que culminaria na obtenção de melhor desempenho em relação à força de impacto.



Do ponto de vista da estrutura muscular, o músculo tem uma amplitude ideal na qual se contrai mais eficazmente. Assim uma contração muscular é mais forte quando o músculo está em alongamento e perde sua força rapidamente quando se encurta. Desta forma, os músculos biarticulares levam vantagem sobre músculos uniarticulares, porque mantêm uma força contrátil máxima por meio de uma amplitude maior. Agem assim se contraindo sobre uma articulação enquanto estão sendo alongados sobre outra (LIPPERT, 2008).

Para Kulig; Andrews e Hay (1984) durante a realização de um exercício a força produzida varia ao longo da amplitude de movimento treinada, porém fatores como tipo de fibra muscular, número de articulações envolvidas no movimento, influência do ângulo articular no braço de momento e comprimento muscular podem alterar a relação torque x ângulo em diferentes músculos (ZATSIORSKY, 1999).

Em síntese, todos os atletas analisados conjuntamente ( $p=0,001$ ,  $R^2=0,682$ ) ou individualmente apresentaram uma relação positiva e significativa, na execução de todos os chutes, observando que para desenvolver um melhor desempenho (impulso) é necessário que realize uma maior amplitude da articulação do joelho a partir do ângulo mínimo da articulação do joelho até o momento em que o pé entra em contato com o alvo.

Na sequência procedeu-se a análise da contribuição do ângulo mínimo da articulação do joelho sobre o desempenho do impulso do chute giro dorsal no karatê. Os resultados estão dispostos na Tabela 8:

Tabela 8 - Contribuição do ângulo mínimo da articulação do joelho sobre o desempenho do impulso do chute giro dorsal

Variável observada	Variável preditora				
Impulso	Ângulo mínimo da articulação do joelho	p	r	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado
Atleta 1		0,303	0,582	0,548	0,459
Atleta 4		0,495	0,408	0,166	-0,111
Atleta 3	n=5	0,722	0,220	0,048	-0,269
Atleta 2		0,645	0,348	0,428	0,338
Atleta 10		0,305	0,421	0,563	0,451

Continuação

Tabela 8 - Contribuição do ângulo mínimo da articulação do joelho sobre o desempenho do impulso do chute giro dorsal

Variável observada	Variável preditora				
Impulso	Ângulo mínimo da articulação do joelho	p	r	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado
Atleta 11		0,254	0,547	0,456	-0,295
Atleta 7		0,323	0,563	0,317	0,089
Atleta 9		0,465	0,434	0,188	0,082
Atleta 6	n=5	0,378	0,341	0,164	0,115
Atleta 8		0,425	0,542	0,196	0,145
Atleta 5		0,254	0,237	0,428	-0,257
Atleta 12		0,854	0,074	0,057	-0,394
Total**		0,779	0,091	0,008	-0,091

## Conclusão

Fonte: Produção do próprio autor.

Legenda:\*\*Impulso normalizado pela massa dos atletas (n=60 chutes)

\*Significativo para  $p < 0,05$

Regressão Linear simples

Observando a Tabela 8, pode-se verificar que não ocorreu contribuição significativa entre o ângulo mínimo da articulação do joelho e o impulso gerado pelo chute giro dorsal, nos chutes realizados pelos atletas.

A seguir são apresentados os coeficientes de regressão linear simples por Karateca, tendo como variável observada o tempo de execução e como variável preditora o ângulo mínimo da articulação do joelho (Tabela 9).

Tabela 9 - Contribuição do ângulo mínimo joelho sobre o tempo de execução do chute giro dorsal.

Variável observada	Variável preditora				
Tempo de execução	Ângulo mínimo da articulação do joelho	p	r	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado
Atleta 9		0,001*	0,994	0,980	0,974
Atleta 7		0,002*	0,958	0,918	0,972

Continuação

Tabela 9 - Contribuição do ângulo mínimo joelho sobre o tempo de execução do chute giro dorsal.

Variável observada	Variável preditora	p	r	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado
Tempo de execução	Ângulo mínimo da articulação do joelho				
Atleta 3		0,002*	0,985	0,971	0,962
Atleta 8		0,002*	0,972	0,946	0,956
Atleta 6		0,003*	0,945	0,941	0,955
Atleta 2		0,008*	0,965	0,932	0,909
Atleta 5		0,009*	0,789	0,845	0,858
Atleta 10		0,011*	0,859	0,873	0,857
Atleta 12		0,013*	0,958	0,879	0,839
Atleta 4		0,015*	0,785	0,798	0,797
Atleta 11		0,018*	0,784	0,758	0,745
Atleta 1		0,045*	0,637	0,687	0,654
Total**		0,001*	0,830	0,689	0,658

## Conclusão

Fonte: Produção do próprio autor.

Legenda: \*\*Tempo de execução normalizado pelo comprimento do membro inferior (n=60 chutes)

\*Significativo para  $p < 0,05$

Regressão Linear simples

Ao analisar a Tabela 9, pode-se verificar que houve uma relação moderada positiva ( $R^2 = 0,658$ ) e significativa ( $p = 0,001$ ) entre o ângulo mínimo do joelho e o tempo de execução do chute giro dorsal, para todos os atletas analisados. Corroborando com Lee (2001) que ao flexionar mais a articulação do joelho, os atletas diminuem o raio de giro da perna, que reduz a inércia de rotação, obtendo um melhor tempo de execução do chute.

Dentre os atletas analisados, o melhor ajuste da reta aconteceu para o atleta 9, ( $R^2$  ajustado=0,974). De modo que ao analisar os chutes realizados por esse atleta, pode-se verificar que em todos os chutes executados, quando realizou uma maior flexão de joelho, obteve-se um menor tempo de execução do chute, comprovado pela significância de  $p = 0,001$ .

Entretanto, para o atleta 1, foi verificado o pior ajuste da reta ( $R^2$  ajustado=0,654), quando comparado aos demais atletas, contudo,

permanece uma correlação moderada, reafirmando a contribuição do menor ângulo da articulação do joelho no melhor tempo de execução do chute. Este fato pode ter acontecido devido a maior massa corporal do atleta, o que não permitiu uma maior flexão do ângulo da articulação do joelho nos chutes executados. Porém, este atleta é o karateca que atingiu um dos melhores tempos de execução (0,28s), e uma maior velocidade linear do pé (14,09 m/s), no entanto possui maior estatura e maior comprimento de membro inferior, o que pode ter levado a obter um melhor tempo total de execução do chute, quando comparado com os outros atletas; de forma que atinja o alvo primeiro em função do comprimento do membro inferior de chute.

Desta forma durante os treinamentos os atletas deveriam ser orientados que o chute giro dorsal deve ser executado com a maior flexão da articulação do joelho ocasionando uma diminuição da inercia durante o giro corporal objetivando realizar o chute em um tempo menor, independente do comprimento do membro inferior.

Na prática, o chute por se tratar de um fundamento muito utilizado nos treinamentos e competições, pela dinamicidade das lutas e considerando que o tempo de execução pode ser determinante para desempenho, o chute devido ao seu alto potencial de pontuação e consequente classificação no campeonato necessita ser executado com eficiência técnica (PIEMONTEZ, 2012).

O tempo de execução do chute parece ser considerado uma variável de grande importância na execução da técnica, o que permite dizer que o atleta ajusta a sua distância em relação ao alvo (ESTEVAN *et al.*, 2011), de acordo com a sua altura e comprimento do membro inferior de chute para executar o movimento no menor tempo possível, e obter a maior pontuação na luta (PIEMONTEZ, 2012).

Na sequência serão apresentados os coeficientes de regressão linear simples por Karateca, tendo como variável observada o tempo de execução e como variável preditora a amplitude da articulação do joelho a partir do ângulo mínimo até o momento em que o pé entra em contato com o alvo. Apresentados na tabela 10.

Tabela 10 - Contribuição da amplitude da articulação do joelho sobre o tempo de execução do chute giro dorsal.

Variável observada	Variável preditora	p	R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> ajustado
Tempo de execução	Amplitude da articulação do joelho				
Atleta 1	n=5	0,131	0,765	0,586	0,448
Atleta 2		0,693	0,243	0,059	-0,254
Atleta 3		0,819	0,142	0,020	-0,306
Atleta 4		0,882	0,093	0,009	-0,322
Atleta 5		0,902	0,077	0,006	-0,325
Atleta 6		0,953	0,037	0,001	-0,331
Atleta 7		0,065	0,786	0,972	0,762
Atleta 8		0,177	0,899	0,807	0,743
Atleta9		0,086	0,569	0,055	0,673
Atleta 10		0,066	0,753	0,727	0,636
Atleta 11		0,078	0,651	0,724	0,623
Atleta 12		0,145	0,851	0,723	0,631
Total**		0,674	0,136	0,018	-0,080

Fonte: Produção do próprio autor.

Legenda: \*\*Tempo de execução normaliza do pelo comprimento da perna (n=60 chutes)

\*Significativo para  $p < 0,05$ .

Regressão Linear simples

Ao analisar a Tabela 10, não foram encontradas contribuições significativas na amplitude do ângulo do joelho sobre o tempo de execução do chute, portanto esta variável não demonstrou relação significativa com o tempo de execução do chute.

Em síntese, considerando as análises efetuadas foi possível verificar que na análise dos atletas individualmente a amplitude da articulação do joelho possui uma forte contribuição no melhor desempenho do impulso na realização do chute giro dorsal pelos karatecas, e uma moderada contribuição ao analisar os atletas conjuntamente. Da mesma forma, o menor ângulo da articulação do joelho demonstrou forte contribuição no tempo de execução do chute quando realizada a análise dos atletas individualmente e uma moderada contribuição ao analisar todos os atletas juntos.

Inferese, portanto que quanto maior a amplitude da articulação do joelho a partir do menor ângulo maior o impulso, e quanto menor o

ângulo da articulação do joelho menor o tempo de execução do chute, obtendo dessa maneira o melhor desempenho do chute.

## 5 CONCLUSÃO

Com base nos objetivos propostos, na literatura consultada, nos resultados obtidos e nas limitações deste estudo foi possível concluir que: as estaturas, comprimento do membro inferior e massa dos atletas deste estudo situaram-se entre os valores encontrados na literatura com estudos de atletas em artes marciais.

Ao descrever o impulso (N.s) do chute giro dorsal do karatê, verifica-se que os atletas obtiveram valores de impulso em direção ortogonal ao alvo de  $78,06 \pm 19,84$  N.s. O alto impulso obtido pelos Katarecas na realização do chute giro dorsal no Karatê o coloca entre um dos chutes com maior impulso entre os executados em artes marciais, este fato merece ser considerado devido a efetividade desta técnica para o sucesso de seu uso em competições.

Quanto ao tempo de execução total do chute giro dorsal foi de  $0,32 \pm 0,03$ s, caracterizando essa técnica como um dos mais rápidos entre os chutes investigados na literatura. Quando comparado os atletas entre si, o tempo de execução total obtido pelos atletas deste estudo apresentou um índice de variabilidade baixo, apresentando homogeneidade nos tempo de execução dos chutes entre os atletas investigados. Todavia, ao comparar com os outros estudos, verificou-se que todos os atletas realizaram o mesmo chute em menor tempo dos que os referenciados na literatura consultada.

Na análise da velocidade máxima do pé verificou-se que a velocidade foi de 10,72m/s valor que está dentro dos padrões referenciados na literatura para atletas de artes marciais. Entretanto ao analisar a velocidade no pé no instante do impacto, verificou-se que os resultados encontrados nesse estudo estão abaixo dos encontrados na literatura.

Quanto aos ângulos da articulação do joelho durante a execução do chute giro dorsal, verificou-se que as médias de valores obtidos encontram-se abaixo dos valores estabelecidos na literatura. No que diz respeito a amplitude da articulação do joelho a partir do ângulo mínimo não foi encontrados valores para confrontar os resultados. Portanto acredita-se que esses resultados possam servir como valores de referência para próximos estudos.

Em relação à contribuição das variáveis sobre o desempenho do chute dorsal, verificou-se que existe uma contribuição positiva e significativa ao analisar a amplitude da articulação do joelho sobre o desempenho (impulso) do chute giro dorsal em todos os atletas

investigados. Ao analisar o tempo de execução do chute como parâmetro de desempenho verificou-se uma contribuição positiva e significativa com o menor ângulo do joelho. As evidências permitem inferir que quando o parâmetro de desempenho for o impulso, o atleta ao realizar o chute deverá executá-lo aumentando a amplitude da articulação do joelho até o momento em que o pé entre em contato com o alvo. Quando o parâmetro de desempenho observado for o tempo de execução do chute o atleta deverá executá-lo com uma maior flexão da articulação do joelho o que resultará em um menor momento de inércia, obtendo um menor tempo de execução.

Concluindo as variáveis com maior contribuição com o desempenho do chute giro dorsal foram a maior amplitude da articulação do joelho quando relacionado com o impulso e a maior flexão do joelho quando verificada a relação com o tempo de execução. Portanto para um melhor desempenho do chute, o atleta deverá enfatizar o padrão sequencial de movimento, girando o tronco e quadril, flexionando a articulação do joelho e finalizando o movimento com uma maior extensão do joelho em direção ao alvo.



## 6 REFERÊNCIAS

AGUIAR, V. A. Análise de impacto e risco de lesões no segmento superior associadas a execução da técnica de Gyaku Tsuki sobre Makiwara por praticantes de Karate do estilo Shotokan. **Dissertação**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Porto Alegre, out. 2002. 110p.

AMADIO, A. C. **Fundamentos biomecânicos para análise do movimento humano**. São Paulo: Laboratório de Biomecânica: EEFUSP, 1996.

AMADIO, A. C.; BARBANTI, V. J. A **biodinâmica do movimento humano e suas relações inter profissionais**. p. 46-47. São Paulo: Estação Liberdade. 2000.

AMADIO, A.C.; DUARTE, M. **Fundamentos biomecânicos para análise do movimento**. 162p., São Paulo. 1996.

AMADIO, C.A.; SERRÃO, J.C. Contextualização da biomecânica para a Investigação do movimento: fundamentos, métodos e aplicações para análise da técnica esportiva. **Revista Brasileira de Educação Física Esporte**. São Paulo v.21.dez.2007.

AMADIO, A. C.; COSTA, P. H. L.; SACCO, I. C. N.; SERRÃO, J. C.; ARAÚJO, R. C.; MOCHIZUKI, L.; DUARTE, M. Introdução à Biomecânica para análise do movimento humano: descrição e aplicação dos métodos de medição. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Paulo, v. 03, n. 02, p. 41-54, 1999.

ANDRADE, S.L.F. Coordenação do chute do futebol sob condições de fadiga em sujeitos novatos e experientes. 60f. **Dissertação (Mestrado)** Departamento de Educação Física, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2004.

ANDREATO, L.V.; FRANCHINI, E.; MORAES, S.M.F.; ESTEVES, J.V.D.C.; PASTÓRIO, J.J.; ANDREATO, T.V.; GOMES, T.L.M.; VIEIRA, J.L.L. Perfil morfológico de atletas de brazilian jiu-jitsu.

**Revista Brasileira de Medicina do Esporte.** v.18, n.1. São Paulo. Jan./Feb.2012.

ACKERMANN, M. sistema de acionamento e travamento para flexão mecanizada de joelho em órteses de membros inferiores. 110 f.

**Dissertação** (mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002.

BERNARDES, F.C.; Análise cinemática da técnica de Judo: Yokotomoe-nage. 126f. 2007. **Dissertação.** Ciências do Desporto. Faculdade de Desporto. Universidade do Porto. Porto, 2007.

BESSA, L. Tempo de reação simples e tempo de movimento no karatê. 98 f.2009. **Monografia** (Graduação em Educação Física) Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2009.

BOEY, L.W.; XIE, W. Experimental investigation of turning kick performance of Singapore national *Taekwondo* players. In: Proceedings of the 20th International Symposium on Biomechanics in Sports. Cáceres, Spain, 2008. **Anais...** ISBS Spain. 2002, p. 302-305.

CARPENTER, C. S. **Biomecânica.** Rio de Janeiro: Sprint, 2005.

CARVALHO, C.; CARVALHO, A. Não se deve identificar força explosiva com potência muscular ainda que existam algumas relações entre ambas. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto,** Porto, v. 6, n. 2, p. 241-248, 2006. Disponível em:

<http://www.scielo.oces.mctes.pt/pdf/rpcd/v6n2/v6n2a12.pdf> Acesso em: 29 abril. 2013.

DAVIDS, K.; LEES, A.; BURWITZ, L. Understanding and measuring coordination and control in kicking skills in soccer: implication for talent identification and skill acquisition. **Journal of Sports Sciences,** n.18, p.703-714, 2000.

DE OLIVEIRA, D.A.; VIEIRA, A.C.C.; VALENÇA, M.M. Trauma crânio-encefálico e outras lesões em atletas do karatê de alto nível. **Neurobiologia,** v.74, n.1.p.107-114. Jan/Mar 2011.

DEL VECCHIO, F.B.; MICHELINI, A.H.; GONÇALVES, A. Perfil antropométrico e motor de praticantes de karatê da cidade de monte Mor – SP. **EFDeportes**, Revista Digital. Ano 10, n.82, março 2005.

DIAS, J.A.; KÜLKAMP, W.; WENTZ, M.D.; OVANDO, A.C.; BORGES JUNIOR, N.G. Efeito da preensão manual sobre o equilíbrio de judocas. **Motriz: Revista de Educação Física**. v.17, n.2. Rio Claro, Apr./June. 2011.

DWORAK, L.B. OZIEWIECKI, K. MCLCZYNSKI, J. Characteristics of kinematics and kinetics of strokes in karate -biomechanical approach. **ISBS**, Beijing, China, p.109-112. 2005

ENOKA, R. M. **Bases neuromecânicas da cinesiologia**.2 .ed. São Paulo: Manole, 2000. 450 p.

ERICSSON, K.A., KRAMPE, R.; RÖMER, C.T. The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. **Psychological Review**, 100, 3, 363-406, 1993.

ESPINOSA, G., et al. Avaliação do impacto na articulação do joelho durante o chute semicircular dois. **In: VIII Salão de Iniciação Científica da PUCRS**, Porto Alegre. 2007.

ESTEVAN, I., MOLINA-GARCÍA, J., FALCO, C., ÁLVAREZ, O. Comparación de la eficiencia de la patada al pecho y a la cara en *Taekwondo*, según la distancia de ejecución. **Revista Internacional de Ciencia del Deporte**. v. 21, p. 269–279, 2010.

ESTEVAN, I; ÁLVAREZ, O., FALCO, C., MOLINA-GARCÍA, J.; CASTILLO, I. Impact force and time analysis influenced by execution distance in a roundhouse kick to the head in *Taekwondo*. **Journal of Strength & Conditioning Research**. v.25, n.10. p.2851-2856, 2011.

ESTEVAN, I. FALCO, C., ÁLVAREZ, O., MOLINA-GARCÍA, J. Effect of Olympic Weight Category on Performance in the Roundhouse Kick to the Head in *Taekwondo*. **Journal of Human Kinetics**. v. 31, p.37-43, n. 37, 2012.

FALCO, C., ALVAREZ, O., ESTEVAN, I., MOLINA-GARCIA, J., MUGARRA, F., IRADI, A. Kinetic and kinematic analysis on the dominant and non-dominant kicking leg in the *Taekwondo* roundhouse kick. In: Proceedings of the 27th International Conference on Biomechanics in Sports, Limerick, Ireland. 2009. **Anais...** Limerick: ISBS Ireland, 2009. p.244-248

FALCO, C., ESTEVAN, I., ÁLVAREZ, O., MOLINA-GARCÍA, J. Capacidad de generación de fuerzas de golpeo y tiempo de ejecución según la categoría de peso em *Taekwondo*. **Revista del Ciencias del Deporte**. n.7, 23-29.2011.

FALCO, C.; ESTEVAN, I.; VIETEN, M.; Kinematical analysis of five different kicks in *Taekwondo*. **Portuguese Journal of Sport Sciences**.v.11, n.2, p.219-222, 2011.

FERNANDES, M.F. Análise biomecânica do chute ap balap dolio tchagui do *Taekwondo* realizado por iniciantes. 2012. Dissertação. Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação Física. 2012. 59f.

FERNANDES, A.; SOUSA, N. A flexibilidade no karatê: as alterações induzidas pelo treino da flexibilidade estática e dinâmica na velocidade de execução da técnica mae-geri. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**. v.4, n.2, p.211-233. 2004.

FRACCAROLI, J. L. **Biomecânica: análise dos movimentos**. Rio de Janeiro: Cultura Médica: 1981.

GASPARY, S. V. (2006). Análise cinemática da técnica do chute semicircular dois avaliação do impacto na articulação do Joelho. **Monografia** (Graduação em Educação Física) – Faculdade de Educação Física e Ciências do Desporto – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2006.

GAYA, A. **Ciências do Movimento Humano: Introdução à metodologia da pesquisa**, Porto Alegre: Artmed, 2008.

GELLATI, L.R.; BREDA, M.E.J.G.; SCAGLIA, A.J.; PAES, R.R.. Pedagogia do esporte e competição infantil: análise e preposições a partir do Karatê de contato. **Movimento e Percepção**. v.8.no.11.jul/dez. 2007.

GIAMPIETRO, M.; PUJIA, A.;BERTINI, I. Anthropometric features and body composition of young athletes practicing karate at a high and medium competitive level. **Acta Diabetol**.v.40, p.145–148. 2003.

GOMES, F.A. Associação entre medidas antropométricas e a técnica de preferência de judocas do Projeto Bugre Lucena da EsEF – UFRGS. **Monografia**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Educação Física. Curso de Educação Física. 2010.

GUPTA, S. The Attenuation of Strike Acceleration with the Use of Safety Equipment in Tae Kwon Do, **Asian Journal of Sports Medicine**.v.2, n.4.p.235-240. Dec.2011.

HAY, J.G. **The biomechanics of sports techniques**. 4a ed. New Jersey: Prentice Hall. 1993.

HAMIL, J. KNUTZEN, K.M. **Bases Biomecânicas do Movimento Humano**. 2.ed. São Paulo: Manole, 2008.

HALL, S. J. Biomecânica básica. 3ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

HOFMANN, M.; WITTE, K.; EMMERMACHER, P. Biomechanical analysis of fist punch Gyaku-Zuki in Karatê. **International Society of biomechanics in Sports**.p.576-579. 2008.

HONG, Y.; KAM, L.H.; JIM, L.T. Biomechanical analysis of *Taekwondo* kicking technique, performance and training effects. **Hong Kong Sports Development Board**. n. 2; 2000.

KATIC, R.; BLAZEVIC, S.; KRSTULOVIC, S.; MULIC, R. Morphological Structures of Elite Karateka and Their Impact on Technical and Fighting Efficiency. **Coll. Antropol**. v.29, n.1; p. 79-84, 2005.

KAZEMI, M.; PIETER, W. Injuries at a Canadian National *Taekwondo* Championships: a prospective study. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v.5, n.22. p. 1-8. 2004.

KAZEMI, M.; SHEARER, H.; CHOUNG, Y.S. Pre-competition habits and injuries in *Taekwondo* athletes. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v.6, n.26.p.1-9. 2005.

KIM, J.W., YENUGA, S.S., KWON, Y.H. The effect of target distance on trunk pelvis, and kicking leg kinematics in *Taekwondo* round house kick. In: Proceedings of the 26th International Symposium on Biomechanics in Sport. Seoul, Korea, 2008. **Anais...** ISBS Korea.2008, p. 742.

KIM, Y, K. KIM, Y.H., IM, S.J. Inter-joint coordination in producing kicking velocity of *Taekwondo* kicks. **Journal of Sports Science and Medicine**.v.10, p.31-38. 2011

KONG, P.W; LUK, T.C.; HONG, Y. Diference between *Taekwondo* roundhouse kick executed by the front and back leg- a biomechanical study. **Combat Sports Medicine**. n.1, march, 2000.

KULIG, K.; ANDREWS, J. G.; HAY, J.G. Human strength curves. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v.12, p. 417-466, 1984.

LEE, K.K. The effect of target height on kinematics of round kick in *Taekwondo* and hapkido. In: ISBS-CONFERENCE PROCEEDINGS ARCHIVE. **Anais...**19 International Symposium on Biomechanics in Sports (2001) University of San Francisco, 2001.

LEE, S.K. Frequency analysis of *Taekwondo* techniques used in a tournament. **Journal of Taekwondo**.46, p.122-130. 1983.

LEE, C.L.; CHEN, A.H. The support leg and attack pattern relationship of back kick movement in *Taekwondo*. ISBS Conference.2008, July 14-18, Seoul, Korea.2008.

LIPPERT, L.S. **Cinesiologia clinica e anatomia**. 4 ed. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro. 2008. 306p.

MACHADO, S.M. Estudo comparativo por meio de eletromiografia entre o tempo de treinamento de atletas de *Taekwondo* e de *kick boxing*. **Dissertação**. Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica. Universidade do Vale do Paraíba. Dissertação, 83f. 2008.

MCGILL, S.M., CHAIMBERG, J.D., FROST, D.M., FENWICK, C.M.J. Evidence of a double peak in muscle activation to enhance speed and force: An example with elite mixed martial arts fighters. **J Strength Cond Res** 24: 348–357, 2010.

MALINA, R.M; EISENMANN, J.C. Maturity-associated variation growth and functional

capacities of youth football (soccer) players 13-15 years. **European Journal Applied Physiology**, v.91, p.555-592, 2004.

MARTINS, A.C.V. Cinemática da primeira sequência do *jon kata* do karatê estilo *shotokan*. **Tese de doutorado**. Programa de Pós Graduação em Ciências do movimento Humano. Universidade do Estado de Santa Catarina, 2012.

MARTINS, A.C.V.; PINTO, E.C.; MELO, S.I.L. Características cinemáticas do chute semicircular no karatê. In CICPG, **Anais...I** Congresso de Iniciação Científica e Pós-graduação – Sul Brasil. Florianópolis, SC. Setembro. 2010.

MARTINS, C.J.; KANASHIRO, C. Bujutsu, Budô, esporte de luta. **Motriz**, Rio Claro, v.16 n.3 p.638-648, jul./set. 2010.

MENZEL, H.J.; CHAGAS, M.H.; SIMPLÔCIO, A.T.; MONTEIRO, A.D.; ANDRADE, A.G.P. Relação entre força muscular de membros inferiores e capacidade de aceleração em jogadores de futebol. **Rev. bras. Educ. Fís. Esp.**, São Paulo, v.19, n.3, p.233-41, jul./set. 2005.

MELO, S.M.N.T, PESSOA, A.M.A, SOUZA J.H. Biomecânica do soco direto do karatê, **III Congresso de Iniciação Científica do CEFET-RN** – Natal - RN - 2005.

MELO, S.I.L.; TEIXEIRA J.S.; SANTOS, S.G.; PIUCCO, T. Eficiência mecânica do harai goshi em judocas com diferentes Estaturas. **Motriz**, Rio Claro, v.16, n.1, p.50-58, jan./mar. 2010.

NAKAYAMA, M. **O Melhor do Karatê: visão abrangente – práticas**. v.1. São Paulo: Cultrix, 2000.

NAKAYAMA, M. **O Melhor do Karatê: fundamentos**. v2. São Paulo: Cultrix. 2004.

NIEN, Y.H.; CHANG, J.S.; TANG, W. The kinematics of target effect during roundhouse kick in elite *Taekwondo* athletes. **Journal of Biomechanics**.v.52, n.40.2007.

OLIVEIRA, **Apostila da Associação de Artes Marciais ShubuDô-Ryu**. Curitiba, 1982.

OLIVEIRA, L.M.; BARBIERI, F.A.; GOBBI, L.T.B.; DRIGO, J.A. Simetria intermembros no desempenho do chute mae-geri do Karatê. Disponível em: [portalrevistas.ucb.br/index.php/RBCM/article/](http://portalrevistas.ucb.br/index.php/RBCM/article/). 2009.

OLIVEIRA, E.G.; OLIVEIRA, R.R.C.; SILVA, K.A.F. Prevalência e incidência de lesões em atletas participantes do campeonato open de jiu-jitsu da cidade de catalão-go realizado em agosto de 2010. **Revista Eletrônica Saúde CESUC** v1, n.1, 2010.

OLIVEIRA, T.S.; MONNERAT, E. PEREIRA, J.S. Lesões no judô: repercussão na prática esportiva. **ActaFisiatr**,v.17, n.1, p.34-36. 2010.

O’SULLIVAN, D.; CHUNG, C., LEE, K.; KIM, E., KANG, S.; KIM, T.; SHIN, I. Measurement and comparison of *Taekwondo* and Yongmudo turning kick impact force for two target heights. **Journal of Sports Science and Medicine**.v.8, p.13-16. 2009.

PEARSON, J. N. Kinematics and kinetics of the *Taekwondo* turning kick. **Dissertação** (Bacharelado em Educação Física) - Universidade de Otago. Nova Zelândia, 1997.



PECORAIOLI, F.; MERNI, F. Different executions of high turning kick martial arts. **In:** 10<sup>th</sup> Sports Kinetics Conference. Belgrade- Serbia. 2007.

PEDZICH, W., MASTALERZ, A., URBANIK, C. The comparison of the dynamics of selected leg strokes in *Taekwondo* WTF. **Acta of Bioengineering and Biomechanics**, v.8 n.1,p. 1-9. 2006.

PELLEGRINI, A. M. Aprendizagem de habilidades motoras: O que muda com a prática? **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, supl.3, p.29-34, 2000.

PETROSKI, E.L. **Antropometria: técnicas e padronizações**. 5ª Ed. Ed. Fontoura. p.46-47. 2011.

PICANÇO, I.T. Estudo do plantigrama durante o chute frontal saltando do karatê Estilo Katá Shubu-Dô-Ryu. **Monografia**. Centro de Ciências da Saúde e do Esporte. Universidade do Estado de Santa Catarina, 2004.

PIEMONTEZ, G.R.; MARTINS, A.C.V.; REIS, N.F.; FERREIRA, L.; MELO, S.I.L. Características cinemáticas do chute semicircular no karatê. **Revista Digital**. Buenos Aires, Ano 16, nº 163, 2011.

PIEMONTEZ, G.R. Cinemática do chute semicircular do karatê em relação às variáveis antropométricas: comparações entre as fases de ataque e retorno. 2012, 101 f. Dissertação (**Mestrado**). Programa de Pós Graduação em Ciências do movimento Humano. Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

PINTO NETO, O.; MAGINI, M. Estudo eletromiográfico do movimento palma do kung-fu yau-man com e sem impacto. Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento. Universidade do Vale do Paraíba, 2006. **Anais...** Biomecânica Unesp, Departamento de Educação Física do Instituto de Biociências - U N E S P - Campus de Rio Claro. Disponível em: [http://www2.rc.unesp.br/eventos/educacao\\_fisica/biomecanica2007/upload/28-1-A-CBB\\_2007\\_KF.pdf](http://www2.rc.unesp.br/eventos/educacao_fisica/biomecanica2007/upload/28-1-A-CBB_2007_KF.pdf).

PINTO NETO, O.; MAGINI, M.; SABA, M.M.F. ANÁLISE cinemática de um movimento de Kung-Fu: a importância de uma apropriada

interpretação física para dados obtidos através de câmeras rápidas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 2, p. 235 - 239, 2006.

PINTO NETO, O.;MAGINI M.;SABA, M.M.;PACHECO, M.T.Comparison of force, power, and striking efficiency for a Kung Fu strike performed by novice and experienced practitioners: preliminary analysis. **Perceptual and Motor Shills**, v. 106, n. 1, p. 188-96, fev. 2008

POZO, J., BASTIEN, B., DIERICK, F. Execution time, kinetics, and kinematics of the *mae-geri* kick: Comparison of national and international standard karate athletes, **Journal of Sports Sciences**, p.1–9, 2011.

PUTNAM, C.A. A segment interaction analysis of proxima-to-distal sequential segment motion patterns. **Medicine and Science in Sports and Exercise**.V.23, n.1, p.130-141, 1991.

RASCH, P. J. **Cinesiologia e anatomia aplicada**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan,,p. 204, 1991.

RIGATTO, P. C. Efeito do treinamento de potência muscular sobre o aprimoramento do perfil metabólico e do rendimento no “randori” em praticantes de jiu-jitsu. 2008, 58 f. **Monografia** (Graduação em Educação Física) – Faculdade de Ciências da UNESP.São Paulo. 2008.

RIBEIRO, S.R.; TIERRA-CRIOLLO, C.J.; MARTINS, R.A.B.L. Efeitos de diferentes esforços de luta de judô na atividade enzimática, atividade elétrica muscular e parâmetros biomecânicos de atletas de elite. **Revista Brasileira de Medicina e do Esporte**.v.12, n.1Niterói, Jan./Feb. 2006.

ROBERTSON, D. G. E.; MOSHER, R. E. Work and power of the leg muscles in soccer kicking. In Winter DA, Norman RW, Wells RP, *et al.* (eds): **Biomechanics IX-B**. Champaign, IL, Humans Kinetics Publishers, p. 533-538, 1985.

ROSSI, L.;TIRAPGUI, J. Avaliação antropométrica de atletas de Karatê. . **Revista bras. Cie Mov.** v, 15, n.3, p.39-46. 2007

SAAD, M.; BATTISTELLA, L.R.; MASIERO, D. Técnicas de Análise de Marcha. **Acta Fisiátrica** 3(2): 23-26, 1996.

SANTOS, L.J.M. Dinamometria isocinética lombar. **Revista Digital**, Buenos Aires, ano 8, N° 49, junho de 2002. Disponível em :<http://www.efdeportes.com/efd49>

SANTOS, D.M.V. Indicadores antropométricos, morfológicos e de potência muscular: um estudo em atletas de kata e kumitê da Seleção Nacional de karatê. 2008. **Monografia** (Graduação em Desporto e Educação Física) – Faculdade de Desporto da Universidade do Porto. Porto. 2008.

SAXBY, D.; ROBERSTON, D.G.E. 3D inverse dynamics analysis of martial arts circular kick. Disponível em: <<http://www.asbweb.orgoconferences20091231>>Acesso em: 29 set. 2009.

SERINA, E.R.; LIEU, D.K. Thoracic injury potential of basic competition *Taekwondo* kicks. **Journal of Biomechanics**, v.10, n.24, p. 951-960. 1991.

SIDTHILAW, S. Kinetic and Kinematic Analysis of Thai Boxing Roundhouse Kicks. 1996, 147f. **Tese** (Doctor of Philosophy) Human Performance, Oregon State University. Corvallis, 1996.

SIEGEL, S.; CASTELLAN JUNIOR, N. J. **Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

SILVA, V.F. Análise biomecânica do chute ap bala p doliotchagui do *Taekwondo*.. 54f. São Paulo, 2009. Dissertação, Programa de Pós Graduação em Educação Física, Universidade São Judas Tadeu. 2009.

SILVA, L.P.; TRIVIA, R.C.; REIS, D.C.; SANTOS, S.G. Impactos de um chute de *Taekwondo* com um chute do karatê. Laboratório de Biomecânica – CDS – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC – Florianópolis, 2007.

SILVARES, A M. **Karatê-do: esporte através do tempo**. Mime: Rio de Janeiro: UFRJ, 1987.

SIQUEIRA, N.S. RODRIGUES, S.T. Distância do alvo visual não interfere no controle postural do karatê. **Motriz**, Rio Claro, v.15, n.2 (Supl.1), p.57, abr./jun. 2009.

SOARES, J. G. G. **Teoria e Prática do Karatê-Dô Wado-Ryu**. São Paulo: Ícone. 1998.

SOUZA, J.M.C.et al. Lesões no karatê Shotokan e no Jiu-Jitsu – trauma direto *versus* indireto. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 17, n.2. Mar/Abr, p.107-110. 2011.

SORENSEN, H.; ZACHO, M. ; SIMONSEN, E.B.; DYHRE-POULSEN, P.; KLAUSEN, K. Dynamics of the martial arts high front kick. **Journal of Sport Sciences**, v.14, n.6, p. 483-495. 2008.

STERKOWICZ-PRZYBYCIEN, K. Technical diversification, body composition and somatotype of both heavy and light Polish ju-jitsu kas of high level. **Science& Sports**, v. 25, n. 4, p. 194-200, Sep 2010.

TAMBORINDEGUY, A. C.;TIRLONI, A.S.;REIS, D.C.; FREITAS, C.L.R.; MORO. A.R.P. Incidência de lesões e desvios posturais em atletas de taekwondo. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, Florianópolis, v. 33, n. 4, p. 975-990, out./dez. 2011

TANG, W.T., CHANG, J.S., NIEN, Y.H. (2007) The kinematics characteristics of preferred and non-preferred roundhouse kick in elite *Taekwondo* athletes. **Journal of Biomechanics**.v.40, n.2, p,780. 2007.

TEIXEIRA, C.S., MOTA, C.B. Variáveis cinemáticas do membro inferior dominante e não-dominante durante o chute. **R. Min. Educ. Fís.**, Viçosa, v. 15, n. 2, p. 80-100, 2007.

THOMAS, R.J.; NELSON, J.K. **Métodos de pesquisa em Educação Física**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed. 2002.

THOMAZINI, D.; ALBURQUERQUE, P.U.B. **Sensores Industriais-Fundamentos e Aplicações**. Editora Érica Ltda- São Paulo, SP. 2005.

TOKITSU, K. **La Voie du Karate - Pour une Théorie des Arts Martiaux Japonaises**, Éditions de Seuil, Paris.1979.

TORRES, J.A.M. **Karatê: a arte das mãos vazias**. Coleção Artes Marciais, v. 1. São Paulo: Online.2006.

TSAI, Y.J.; HUNG, C. The kinetic analysis of the *Taekwondo* axekick. **In:** 18 International Symposium on Biomechanics in Sports (2000). Symposium 2000, Hong Kong, China, June 25 – 30, 2000.

TUCKMAN, B.W. **Manuel de investigação em educação**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.

VAN INGEN SCHENAU, G.J. ; BOBBERT, M.F.; VAN SOEST, A. The unique action of biarticular muscles in leg extensions. In: WINTERS , J.; WOO, S. **Multiple muscle systems: biomechanics and movement organization**. p.639-652, Berlim: Spring-Verlag, 1990.

WANG, Y.X.; KUO, S.Y.; WANG, L.H.; CHENG, K.B. Kinematic analysis of the supporting leg between different weight divisions in the roundhouse kick of *Taekwondo*. In: 29 International Conference on Biomechanics in Sports (2011). **Anais...ISBS**, Porto, Portugal, June 27 - July 01, 2011.

WASIK, J. Kinematics and Kinetics of *Taekwondo* Side Kick. **Journal of Human Kinetics**.v.30.p.13-20.2011.

YOSHITOMI, S.K. ; TANAKA, C.;DUARTE,M.;LIMA, F.; MORYA, E.; HAZIME, F. Respostas posturais à perturbação externa inesperada em judocas de diferentes níveis de habilidade. **Revista Brasileira em Medicina do Esporte**.v.12, n.3. Mai/Jun, 2006.

XSENS TECHNOLOGIES B.V. **All rights reserved. Information in this document is subject to change without notice**. Xsens is a registered trademark of Xsens Technologies B.V.2010.

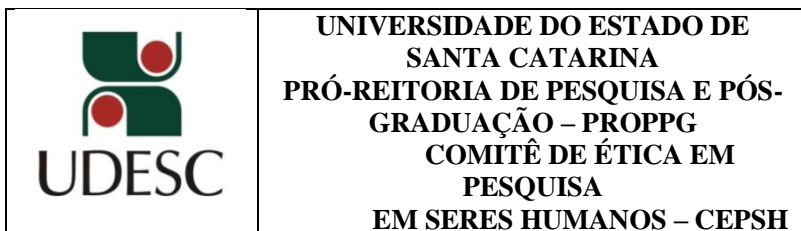
ZAHARAN, A.S.; ELSEOUFY, A.A.M. Biomechanics determinants of the trunk front semi-circular kick (DollyoChagi) in *Taekwondo*. **World Journal of Sport Sciences**. n. 3, 921-929, 2010.

ZAZRYN, T.R.; FINCH, C.F.; MCCRORY, P.A 16 year study of injuries to professional kick boxers in the state of Victoria, Australia. **British Journal of Sports Medicine**, 37.p.448-451. 2003.

ZATSIORSKY, V. M. Ciência e prática do treinamento de força. São Paulo: Phorte Editora, 1999.

## 7 APÊNDICES

### 7.1 APÊNDICE A- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto: Características cinemáticas do chute giro dorsal no Karatê

O (a) Senhor (a).....está sendo convidado a participar de um estudo irá investigar as características cinemáticas do chute giro dorsal no Karatê. Particularmente o estudo visa verificar através de sensores inerciais as variáveis: tempo de execução, velocidade média, a velocidade máxima, velocidade angular e aceleração média da pelve, coxa, perna e pé na fase de ataque. Sua participação no estudo tem como objetivo avaliar como cada segmento corporal do membro inferior dominante e não dominante durante o chute giro dorsal, contribuindo na sistemática e na rotina dos treinamentos de modo a melhorar seu desempenho. Através da análise dessa tarefa, será possível verificar as velocidades de execução do chute bem como o tempo de execução entre os segmentos corporais.

No dia da avaliação será necessário que você traga uma bermuda. Antes de iniciar as verificações será preenchida a ficha de cadastro, em seguida, deverá vestir a bermuda e então serão registrados sua estatura e peso. Será proporcionado um tempo para aquecimento (05 minutos) com simulação do chute giro dorsal no aparador de chutes para adaptação e adequação da altura deste equipamento. Posteriormente serão demarcados alguns pontos do seu corpo para fixação das centrais inerciais. Iniciará então a coleta, onde você realizará 06 chutes consecutivos com o membro inferior dominante e 06 com o não-

dominante objetivando acertar o aparador de chutes. O intervalo de descanso entre os chutes será de 01 minuto.

Os riscos destes procedimentos serão mínimos por envolver medições não-invasivas.

A sua identidade será preservada, pois, cada indivíduo será identificado por um número.

Os benefícios e vantagens em participar deste estudo serão que com os devidos esclarecimentos, objetivos e possíveis comprovações, a análise das variáveis obtidas apresentará grande relevância para técnicos, professores, praticantes e atletas, pois, a discussão dos aspectos biomecânicos torna-se fundamental para o aperfeiçoamento da técnica e melhora do desempenho de praticantes e de atletas. Não com intuito de padronizar os movimentos, mas otimizá-los para que se possa chegar o mais próximo da perfeição.

As pessoas que estarão acompanhando serão uma estudante de mestrado: Luciana Ferreira e um professor responsável: Prof. Dr. Noé Gomes Borges Junior.

O (a) Senhor (a) poderá se retirar do estudo a qualquer momento.

Solicitamos a vossa autorização para o uso de seus dados para a produção de artigos técnicos e científicos. A sua privacidade será mantida através da não-identificação do seu nome.

Agradecemos a vossa participação e colaboração.

Prof. Dr. Noé Gomes Borges Junior.

Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.

R.: Pascoal Simone, 358 - Coqueiros, Florianópolis – SC.

CEP: 88080-350. Fone: (48) 33218681

### **TERMO DE CONSENTIMENTO**

Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa e, que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes ao projeto e, que todos os dados a meu respeito serão sigilosos. Eu compreendo que neste estudo, as medições dos experimentos/procedimentos de tratamento serão feitas em mim.



Declaro que fui informado que posso me retirar do estudo a qualquer momento.


Nome \_\_\_\_\_ por \_\_\_\_\_ extenso

\_\_\_\_\_  
Assinatura

\_\_\_\_\_  
Florianópolis

, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

## 7.2 APENDICE B- CONSENTIMENTO PARA FOTOGRAFIAS, VÍDEOS E GRAVAÇÕES.

	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PROPPG COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS – CEPESH</p>
---	---

### CONSENTIMENTO PARA FOTOGRAFIAS, VÍDEOS E GRAVAÇÕES

Eu \_\_\_\_\_ permito que o grupo de pesquisadores relacionados abaixo obtenha fotografia e filmagem de minha pessoa para fins de pesquisa, científico, médico e educacional.

Eu concordo que o material e informações obtidas relacionadas à minha pessoa possam ser publicados em aulas, congressos, palestras ou periódicos científicos. Porém, a minha pessoa não deve ser identificada por nome em qualquer uma das vias de publicação ou uso.

As fotografias, vídeos e gravações ficarão sob a propriedade do grupo de pesquisadores pertinentes ao estudo e, sob a guarda dos mesmos.

Nome do indivíduo: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Nome dos pais ou responsável: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Se o indivíduo é menor de 18 anos de idade, ou é incapaz, por qualquer razão de assinar, o Consentimento deve ser obtido e assinado por um dos pais ou representante legal.

Equipe de pesquisadores:

Pesquisador responsável: Prof. Dr. Noé Gomes Borges Junior

Mestranda: Luciana Ferreira.

Data e Local onde será realizado o projeto: \_\_\_\_\_

### 7.3 APÊNDICE C - FICHA CADASTRAL

Ficha Cadastral

Idade:.....(anos)

Tempo de treino:.....(anos)

Frequência semanal de treino:.....(d)

Estatura:.....(m)

Comprimento do membro inferior dominante.....(m)

Massa:.....(kg)

Número de participações em competições estaduais:.....

## 8 ANEXOS

### 8.1 ANEXO A-COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA  
GABINETE DO REITOR  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS

Florianópolis, 25 de Outubro de 2011

Nº. de Referência: 182/2011

A(o) Pesquisador(a),

Noé Gomes Borges Junior

Analisamos o projeto de pesquisa intitulado "**Características cinemáticas do chute giro dorsal no karatê**" enviado previamente por V. S.<sup>a</sup>. Desta forma, comunicamos que o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos tem como resultado à **Aprovação** do referido projeto.

Este Comitê de Ética em Pesquisa segue as Normas e Diretrizes Regulamentadoras da Pesquisa Envolvendo Seres Humanos – Resolução CNS 196/96, criado para defender os interesses dos sujeitos da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

Gostaríamos de salientar que quaisquer alterações do procedimento e metodologia que houver durante a realização do projeto em questão e, que envolva os indivíduos participantes, deverá ser informado imediatamente ao Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos.

Duas vias do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido deverão ser assinadas pelo indivíduo pesquisado ou seu representante legal. Uma cópia deverá ser entregue ao indivíduo pesquisado e a outra deverá ser mantida pelos pesquisadores por um período de até cinco anos, sob sigilo.

Atenciosamente,

**Prof. Dr. Ruedney da Silva**

Presidente do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos – UDESC