

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**



DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**Análise cinemática e eletromiográfica do chute semicircular entre
lutadores de *Taekwondo*, *Karatê* e *Muaythai***

ROSSANO DINIZ

Pelotas, 2016

Rossano Diniz

Análise cinemática e eletromiográfica do chute semicircular entre lutadores de *Taekwondo*, *Karatê* e *Muaythai*

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Pelotas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Educação Física (linha de pesquisa: Comportamento motor - subárea Biomecânica)

Orientadora: Prof^a. Dr^a Stephanie Santana Pinto

Co-orientador: Prof. Dr. Fabrício Boscolo Del Vecchio

Pelotas, 2016

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

D585a Diniz, Rossano

Análise cinemática e eletromiográfica do chute semicircular entre lutadores de taekwondo, karatê e muaythai / Rossano Diniz ; Stephanie Santana Pinto, orientador ; Fabrício Boscolo Del Vecchio, coorientador. — Pelotas, 2016.

95 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Escola Superior de Educação Física, Universidade Federal de Pelotas, 2016.

1. Biomecânica. 2. Taekwondo. 3. Karatê. 4. Muaythai. I. Pinto, Stephanie Santana, orient. II. Vecchio, Fabrício Boscolo Del, coorient. III. Título.

CDD : 796

BANCA EXAMINADORA:

Profª. Drª. Stephanie Santana Pinto (orientadora)

Prof. Dr. Fabrício Boscolo Del Vecchio (Co-orientador)

Profª. Drª. Cristine Lima Alberton

Profª. Drª Bianca Miarka

Profª. Drª Gabriela Fischer

Prof. Dr. Eraldo dos Santos Pinheiro (suplente)

Agradecimentos

A minha esposa Samira de Paula Diniz pela jornada sempre ao meu lado.

Ao meu filho Richard Diniz, parceiro de todas as horas.

Aos meus pais e irmãos.

A minha orientadora Stephanie Pinto Santana e Co-orientador Fabrício Boscolo Del Vecchio que sempre estiveram disponíveis e me ajudaram muito neste processo de construção do conhecimento.

Aos amigos do GEPETED/ESEF/UFPel.

Aos Amigos do LABNEURO/ESEF/UFPel.

Aos meus alunos do Projeto Quem Luta Não Briga SMED/ESEF que sempre torceram por mim e me apoiam.

A Dr^a Ione Roessler, minha inspiradora.

A Deus por ter me suprido até aqui enviando todas estas pessoas como anjos a me guiar.

SUMÁRIO DO VOLUME

Projeto de dissertação	7
Artigo científico 1	50
Artigo científico 2	73

PROJETO DE DISSERTAÇÃO

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**



PROJETO DE DISSERTAÇÃO

**Análise cinemática e eletromiográfica do chute semicircular entre
lutadores de *Taekwondo*, *Karatê* e *Muaythai***

ROSSANO DINIZ

PELOTAS, RS

2015

Rossano Diniz

Análise cinemática e eletromiográfica do chute semicircular entre lutadores de *Taekwondo*, *Karatê* e *Muaythai*

Projeto de Dissertação de Mestrado com objetivo de qualificação no Programa de Pós-graduação em Educação Física da Universidade Federal de Pelotas.

Orientadora: Prof^a. Dr^a Stephanie Santana Pinto

Co-orientador: Prof. Dr. Fabrício Boscolo Del Vecchio

Pelotas, 2015

SUMÁRIO

1.1. Introdução.....	11
1.1.1. Objetivo geral.....	13
1.2. Objetivos Específicos.....	13
2. Revisão de literatura.....	13
2.1. Parâmetros fisiológicos no Taekwondo, Karate e Muay-Thai.....	13
2.1.1. Taekwondo.....	13
2.1.2. Karatê.....	14
2.1.3. Muay Thai.....	15
2.2. Estado da Arte em Biomecânica Aplicada às MEC.....	16
3. Materiais e Métodos.....	33
3.1. Tipo de Estudo e Local.....	33
3.2. Sujeitos.....	33
3.3. Delineamento do Estudo.....	33
3.4. Instrumentos e Coletas.....	34
3.4.1. Contração Isométrica Voluntária Máxima.....	36
3.4.3. Avaliação da atividade elétrica muscular no momento do chute por.....	34
3.4.4. Cinemetria.....	34
3.4.5. Filmagem, Escolha do Chute e Consultor Técnico.....	37
3.5.6. Variáveis dependentes.....	38
3.4.7. Variáveis independentes.....	38
3.4.8. Tratamento de dados.....	38
3.4.8.1. EMG.....	38
3.4.8.2. Cinemática.....	39
3.4.9. Análise de dados.....	39
3.4.10. Cronograma.....	39
3.4.11. Orçamento.....	39
4. Aplicabilidade do estudo.....	40
5.3. EMG.....	Erro! Indicador não definido.
5. Referências.....	41
6. Anexo.....	44

1.1. Introdução

As Modalidades Esportivas de Combate (MEC) empregam diferentes ações motoras, dentre elas, socos e chutes estão entre as mais comuns (FRANCHINI e DEL VECCHIO, 2012). O chute semicircular (Figura 1) é frequentemente usado no *Taekwondo* (TKD), *Karatê* (KRT) e *Muaythai* (MTH) em função de sua eficiência técnica (FALCO et al., 2009; PIEMONTEZ, 2013; MARTINI, 2012). No TKD é conhecido como *Bandal Tchagui*, em que o chute semicircular é executado com o peito do pé (KIM, 1995); no KRT, denominado como *Mawashi Geri*, o chute semicircular é realizado com o dorso do pé (KANAZAWA, 2004), e no MTH, chamado de *Tei Chiyang*, o chute circular ao tronco, é executado com a parte distal da tíbia ou dorso do pé (DE CESARIS, 1995).



Figura 1. Chute semicircular executado em 3 fases por atletas de TKD, KRT e MTH.

Acredita-se que o aperfeiçoamento da técnica é relevante para ganhos de velocidade em frações de segundos que podem fazer a diferença no meio competitivo em MEC. Destaca-se também que esse aprimoramento pode ser verificado a partir da utilização de instrumentos biomecânicos, tal como a cinemática e a eletromiografia (SILVA et al., 2012). Dessa forma, estudos de TKD, KRT e MTH tem indicado a importância da biomecânica na prática dos exercícios que, dentre as possibilidades, auxilia a compreender as trajetórias dos golpes, buscando-se as melhores adaptações técnicas para ganhos de velocidade e potência (MACHADO et al., 2009; JUNIOR, 2011; ESTEVAN et al., 2011).

Existe quantidade restrita de estudos sobre a biomecânica dos movimentos nessas modalidades em MEC (JUNIOR, 2011; MACHADO et al., 2012). Das investigações encontradas, poucas envolveram a comparação de movimentos entre MEC. Os estudos encontrados abordaram análise de tempo e/ou velocidade linear do chute no TKD ou KRT (PORTELA et al., 2014; ESTEVAN & FALCO, 2013; SILVA et al., 2012; FERNÁNDEZ et al. 2013; PIEMONTEZ et al., 2013), velocidade angular no chute semicircular no TKD (DETJARENY et al., 2012), análise de ângulos articulares no TKD e KRT (THIBORDEE & PRASARTWUTH, 2014; QUINZI et al., 2013; CHENG et al., 2015; FERNANDES, 2012; PORTELA et al., 2014), eletromiografia (EMG) dos músculos de membros inferiores e tronco no chute semicircular no TKD e KRT (THIBORDEE & PRASARTWUTH, 2014; SORENSEN et al. 1993; FERNANDES 2012; AGGELOUSSIS et al., 2007), impacto do chute inferido por acelerometria (SILVA et al., 2012) e força cinética em chute de TKD (CHENG et al., 2015). Entre MEC foi encontrado um estudo com atletas de TKD e KRT, a qual investigou magnitudes de dois golpes similares destas modalidades, o chute frontal e o chute semicircular. A análise foi realizada por acelerometria dos dados de impacto e tempo dos chutes em três direções: látero-lateral (LL), antero-posterior (AP) e vertical (V). Foram encontradas diferenças entre eixos que sugerem que as técnicas usadas em ambas as modalidades têm trajetória diferentes (SILVA et al., 2012).

Levando em conta as diferenças entre TKD, KRT e MTH, o presente estudo pretende verificar se o chute semicircular executado por praticantes destas modalidades, apresenta diferenças no padrão técnico, através da

análise de ângulos articulares e sinal EMG dos músculos de membros inferiores.

1.1. Objetivo geral

Analisar os parâmetros cinemáticos e EMG durante o chute semicircular realizado por atletas de TKD, KRT e MTH em distância autosselecionada com alvo fixo.

1.2. Objetivos Específicos

- Determinar e comparar a amplitude de movimento das articulações tornozelo, joelho, quadril, coluna, ombro e cotovelo durante a execução do chute semicircular entre diferentes modalidades.
- Determinar e comparar a velocidade angular média e pico das articulações tornozelo, joelho, quadril, coluna, ombro e cotovelo durante a execução do chute semicircular entre diferentes modalidades.
- Determinar e comparar a amplitude do sinal eletromiográfico dos músculos *reto femoral* (RF), *vasto lateral* (VL), *bíceps femoral* (BF), *tibial anterior* (TB), *gastrocnêmio lateral* (GL), do membro inferior dominante, e *erector da espinha* – contralateral (EE) durante a execução do chute semicircular entre as diferentes modalidades.

2. Revisão de literatura

2.1. Parâmetros fisiológicos no *Taekwondo*, *Karatê* e *Muaythai*

2.1.1. *Taekwondo*

O TKD se originou há cerca de mais de mil anos como uma arte marcial coreana que, atualmente, é considerado como um esporte que promove desenvolvimento intelectual e saúde física de seus praticantes (CHO, 2014). A modalidade ganhou popularidade mundial a partir de sua inserção nos jogos

olímpicos de 2000, e também passou a ser praticada em alto rendimento competitivo (ERVILHA et al., 2013).

Pesquisa realizada sobre o perfil físico e fisiológico de atletas de TKD descreveu que os competidores internacionais da modalidade possuem baixos níveis de gordura corporal e somatotipo caracterizado por linearidade corporal relacionado ao tecido musculoesquelético. Além disso, são necessários, aptidão cardiorrespiratória elevada e altos níveis de pico de resistência anaeróbia de membros inferiores, para suportar o desgaste em competições de elite (BRIDGE et al., 2014). Antunez et al. (2012) investigaram o perfil antropométrico e a aptidão física de atletas de elite no TKD e concluíram que os lutadores têm baixos níveis de gordura corporal ($13,23 \pm 2,38\%$), índice de massa corporal (IMC) de $23,19 \pm 3,25 \text{ kg/m}^2$ e, em relação ao desempenho físico, registrou-se elevada potência de membros inferiores, inferida através da altura do salto vertical ($53,71 \pm 6,05 \text{ cm}$) e distância do salto horizontal ($264 \pm 18,89 \text{ cm}$).

Um estudo sobre frequência cardíaca (FC) e concentração de lactato sanguíneo (LA) em lutadores de elite de TKD, avaliados durante treinamento e período de competição, concluiu que a modalidade exige altos níveis de condicionamento físico aeróbio e anaeróbio, em que os valores de FC máxima ($FC_{\text{máx}}$) e LA encontrados foram $197 \pm 2 \text{ bpm}$ e $12,81 \pm 1 \text{ mmol l}$, respectivamente (BOUHLEL et al., 2006). Em outra investigação em que se realizou teste específico da modalidade de TKD (TET) para mensuração de FC e LA encontraram-se valores similares aos mencionados acima em atletas de seleção estadual, em que a média foi de 190 bpm de $FC_{\text{máx}}$ e $12,21$ para LA (SANTANA et al., 2009).

2.1.2. Karatê

Conhecida como a arte das mãos vazias, combate sem armas, o KRT é a arte marcial japonesa que tem como objetivo atuar na formação do caráter dos seus praticantes além de desenvolver dinâmica espiritual e psicológica singular à compreensão de seus princípios (BARREIRAS & MASSINI, 2008). A prática do KRT promove grandes benefícios físicos através da repetição de

exercícios de alta intensidade gerando adaptações cardiovasculares positivas (MILANEZ et al., 2012).

Atletas de KRT possuem baixos níveis de gordura corporal, que variam entre $7,5 \pm 1,6\%$ em japoneses de elite e $16,8 \pm 2,51\%$ em lutadores poloneses de nível internacional e somatotipo médio longitudinal esquelético, que favorece a locomoção corporal em curto espaço e tempo. Além disso, sobre o perfil fisiológico a importância da resistência cardiorrespiratória para poder sustentar altas cargas de treinamento e a demanda proveniente da luta são salientados. Nesse sentido foram encontrados níveis de consumo de oxigênio máximo ($VO_{2m\acute{a}x}$) entre $36,83 \pm 5,35 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ em lutadores japoneses de alto nível e $47,8 \pm 4,4 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ nos lutadores italianos de elite, aferidos a partir de teste no cicloergômetro. Foram encontrados também registros de elevada potência muscular de membros inferiores inferidos através de salto vertical, em que os atletas franceses juniores de experiência internacional alcançaram $42,3 \pm 4,8 \text{ cm}$ de altura e atletas brasileiros de elite obtiveram $40,1 \pm 3,2 \text{ cm}$ (CHAABÈNE et al., 2012).

2.1.3. Muaythai

Conhecido também como boxe tailandês, o MTH é a milenar arte marcial oriunda da Tailândia (TURNER, 2009), que se confunde com a história do seu povo. Essa modalidade promove em seus praticantes equilíbrio físico e mental através da prática de chutes, joelhadas, socos e cotoveladas (TOBAJA et al., 2007).

A indisponibilidade de dados científicos sobre MTH levaram a reflexão de que a modalidade tem demandas energéticas semelhantes a de esportes como boxe, *wrestling*, esgrima, basquetebol, de contribuição energética anaeróbica, muita potência de membros inferiores e superiores (TURNER, 2009).

Um estudo sobre repostas fisiológicas decorrentes de uma luta de MTH apontou que o MTH é considerado como uma atividade intermitente, com alto gasto energético, elevada frequência cardíaca e produção de altos níveis de lactato sanguíneo ao longo de uma luta com exaustivos três *rounds* de 3 min com 1 min de descanso. Foram encontradas informações sobre VO_{2pico} e

FC_{pico} , em que as médias encontradas foram $54,3 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ para e $182,7 \text{ bpm}$. Os lutadores tinham em média $23,6 \text{ Kg/m}^2$ de IMC. Indica-se que a modalidade é caracterizada por demanda energética aeróbica e anaeróbica, de característica intermitente (CAPPAL et al., 2012). Resultados semelhantes foram encontrados em outro estudo sobre respostas fisiológicas provenientes de luta simulada em MTH em que a média de VO_{2pico} encontrada foi $48,52 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ e FC_{pico} $182,9 \text{ bpm}$ (CRISAFULL et al., 2009).

Como citado anteriormente, poucos estudos sobre parâmetros antropométricos e fisiológicos foram encontrados sobre a modalidade e não foram encontradas médias de índice de massa corporal (IMC), percentual de gordura, FC_{max} , $VO_{2máx}$.

2.2. Estado da Arte em Biomecânica Aplicada às MEC

Apesar da restrita quantidade de estudos sobre a biomecânica dos movimentos em MEC (JUNIOR, 2011; MACHADO et al., 2012), nesse subitem serão apresentados os achados relacionados com a análise cinética, cinemática e EMG em diferentes MEC.

Um estudo com dezesseis atletas de TKD do sexo masculino, faixas pretas de nível de experiência em competições nacionais, analisou-se a eficácia do chute semicircular. Foram coletadas informações sobre o movimento angular do tornozelo e joelho, inferidos por sensores de eletrogoniometria (ETG) e atividades EMG dos músculos da perna do chute, incluindo o tibial anterior, o gastrocnêmio medial, o reto femoral e o bíceps femoral. Estabeleceu-se um padrão de quatro fases do chute para definição do ângulo articular e ativação muscular e todos os participantes apresentaram padrões semelhantes de movimentos angulares e ativações musculares ao longo das quatro fases. Durante a fase de decolagem, a articulação do tornozelo passou de 10° de flexão dorsal para 40° de flexão plantar, o gastrocnêmio medial demonstrou maior ativação que o tibial anterior, a articulação do joelho esteve levemente flexionada em 20° e maiores valores de atividade do bíceps femoral quando comparada com a ativação do reto femoral foram observadas. Na fase de preparação o tornozelo diminuiu o ângulo de flexão plantar (35°), logo o gastrocnêmio medial diminuiu a sua ativação. A articulação do joelho foi mais flexionada (80°) e, conseqüentemente, ocorreu

maior ativação do bíceps femoral. Durante a fase de pré-impacto, a articulação do tornozelo passou para aproximadamente 30° de flexão plantar e concomitante ocorreu aumento da ativação do musculo tibial anterior e baixa ativação de gastrocnêmio medial. O movimento do joelho abruptamente mudou de flexão para extensão. Acerca de 70° de flexão do joelho, o reto femoral demonstrou a maior ativação e o bíceps femoral manifestou a menor ativação. Durante a fase de impacto os músculos agonistas e antagonistas foram ativados. Essa co-ativação foi vista em ambas as articulações do tornozelo e joelho. Visto que o tornozelo apresentou 25° de flexão plantar, o gastrocnêmio medial e o tibial anterior foram coativados. Da mesma forma, o reto femoral e o bíceps femoral foram coativados quando o joelho ficou estendido em 10° (THIBORDEE & PRASARTWUTH, 2014).

Pesquisa realizada com 6 atletas de KRT, faixas pretas de elite com experiência internacional, do sexo masculino, analisou a cinemática do chute semicircular com impacto (CI) e sem impacto (CSI). Foram posicionados doze marcadores refletivos para análise cinemática por Sistema Vicon¹. Os atletas foram orientados a realizarem três CI e três CSI com velocidade e força após um sinal de bip. Os resultados encontrados para o deslocamento angular de flexão e extensão de quadril e joelho para os dois chutes foram: flexão de quadril no CI e CSI, respectivamente ($0,7 \pm 0,1 \text{ rad.s}^{-1}$) e ($1,1 \pm 0,1 \text{ rad.s}^{-1}$), extensão de quadril no CI e CSI, respectivamente ($0,4 \pm 0,1 \text{ rad.s}^{-1}$) e ($0,8 \pm 0,1 \text{ rad.s}^{-1}$), flexão do joelho no CI e CSI, respectivamente ($1,7 \pm 0,0 \text{ rad.s}^{-1}$) e ($1,8 \pm 0,1 \text{ rad.s}^{-1}$) e extensão do joelho no CI e CSI, respectivamente ($1,9 \pm 0,1 \text{ rad.s}^{-1}$) e ($2,1 \pm 0,1 \text{ rad.s}^{-1}$). Foram localizadas diferenças significativas para flexão e extensão do quadril. Para velocidade angular os resultados para flexão e extensão de quadril e joelho foram: flexão de quadril no CI e CSI, respectivamente ($7,4 \pm 0,6 \text{ rad.s}^{-1}$) e ($9,7 \pm 1,9 \text{ rad.s}^{-1}$), extensão de quadril no CI e CSI, respectivamente ($8,6 \pm 1,0 \text{ rad.s}^{-1}$) e ($16,2 \pm 2,1 \text{ rad.s}^{-1}$), flexão do joelho no CI e CSI, respectivamente ($14,8 \pm 0,7 \text{ rad.s}^{-1}$) e ($14,9 \pm 0,8 \text{ rad.s}^{-1}$) e extensão do joelho no CI e CSI, respectivamente ($31,0 \pm 1,2 \text{ rad.s}^{-1}$) e ($30,3 \pm 1,0 \text{ rad.s}^{-1}$). Observaram-se diferenças significativas apenas para extensão do quadril. Sugere-se que adaptações técnicas no treinamento do chute em que a

¹ Vicon: ferramenta de captura de imagem para análise biomecânica (<http://www.vicon.com/>)

extensão do quadril e joelho no CSI devem seguir a mesma angulação do CI, e esta medida pode prevenir lesões por estiramento, além de promover economia do movimento e conseqüentemente maior velocidade no movimento (QUINZI et al., 2013).

Uma Investigação com dez atletas faixas pretas de TKD com mínimo de quatro anos de experiência, analisou-se a força cinética e ângulo articular do joelho do chute giratório por trás (CGT) e chute giratório por trás com salto (CGTS). Foram posicionados no corpo dos atletas onze marcadores refletivos nos centros articulares e marcos anatômicos dos atletas, os quais realizaram o CGT e CGTS em um alvo sob a plataforma de força e foram filmados simultaneamente por três câmeras de alta velocidade para análise cinemática. Inseriu-se um marcador no alvo para medir a aceleração angular causada pelo impacto do chute, que foi dividido em duas fases, fase de rotação (o giro do corpo) e fase de impacto (o início e fim do chute). O tempo do chute foi usado para avaliar a eficiência e eficácia do golpe e não foram encontradas diferenças significativas para os dois chutes: CGT ($0,48_s \pm 0,09_s$) e CGTS ($0,49_s \pm 0,11_s$). Em relação a aceleração do alvo o CGT obteve maior impacto ($180,75 \pm 35,47 \text{ rad.s}^{-1}$) do que o CGTS ($149,99 \pm 28,64 \text{ rad.s}^{-1}$). Em relação à cinemática envolvida entre os dois chutes não foram encontradas diferenças significativas. Os resultados encontrados para o CGT e CGTS foram descritos da seguinte forma, respectivamente: velocidade angular do ombro ($13,18 \pm 2,11 \text{ rad.s}^{-1}$) e ($12,49 \pm 2,08 \text{ rad.s}^{-1}$), velocidade angular da cintura ($11,14 \pm 3,4 \text{ rad.s}^{-1}$) e ($11,52 \pm 2,22 \text{ rad.s}^{-1}$), velocidade angular do tornozelo ($9,99 \pm 0,96 \text{ rad.s}^{-1}$) e ($9,54 \pm 1,11 \text{ rad.s}^{-1}$), velocidade angular do joelho ($7,11 \pm 0,86 \text{ rad.s}^{-1}$) e ($6,87 \pm 0,84 \text{ rad.s}^{-1}$) e velocidade angular do quadril ($3,50 \pm 0,51 \text{ rad.s}^{-1}$) e ($3,42 \pm 0,44 \text{ rad.s}^{-1}$). Para força de reação vertical do solo (FRVS) foram usadas duas plataformas de força, uma para cada perna do atleta (perna do chute e a perna de apoio). Diferenças significativas nas duas medidas, foram encontradas, em que a FRVS do CGT na perna do chute foi de ($2,04 \pm 0,31 \text{ BW}$) e no CGTS foi ($2,36 \pm 0,57 \text{ BW}$). Na perna de apoio encontrou-se para o CGT ($1,36 \pm 0,37 \text{ BW}$) e o CGTS ($2,04 \pm 0,47 \text{ BW}$). Entende-se que o CGT foi mais potente que o CGTS devido o primeiro chute usar a perna em contato com o solo como alavanca para a perna do chute (CHENG et al., 2015).

Outro estudo com dez praticantes iniciantes de TKD verificou a atividade muscular do tronco e membros inferiores e a amplitude de movimento da articulação do joelho durante o chute semicircular do TKD. Foram analisados dados de EMG no domínio temporal dos músculos vasto lateral, bíceps femoral, tibial anterior, gastrocnêmio lateral e eretor da espinha contralateral. Os dados foram normalizados pelo valor de maior ativação e angulação encontrado entre os pontos de partida e chegada do chute ao alvo. Os valores registrados no instante em que ocorreu a máxima atividade elétrica dos músculos durante o chute foram aos: bíceps femoral, 65%, gastrocnêmio lateral, 67%, tibial anterior, 92%, vasto lateral, 92% e eretor da espinha contralateral, 98%. A maior flexão do joelho foi de 90° aos 93% da realização do chute e no momento do impacto ao alvo a flexão foi de 145°, demonstrando não atingir extensão máxima de 180°. Os resultados deste estudo sugerem adaptações técnicas referentes à angulação correta do chute semicircular e possibilitam o entendimento da função muscular envolvida neste movimento para adaptações do treinamento físico (FERNANDES, 2012).

No KRT um estudo com oito atletas do sexo masculino graduados entre faixa marrom e preta, analisou a cinemática do chute frontal com e sem impacto. Foram gravadas imagens da execução de três chutes de cada lutador em ambas as condições e membros inferiores (perna direita e esquerda) os quais foram analisados através da técnica de cinemetria. Registrou-se diferenças significativas na velocidade linear entre todas as condições da seguinte maneira: chute sem impacto perna direita obteve velocidade de $3,88 \pm 2,23 \text{ m.s}^{-1}$ para o quinto metatarso, $3,42 \pm 1,42 \text{ m.s}^{-1}$ para o maléolo lateral, o ângulo do tornozelo ficou em $132,77 \pm 6,7^\circ$ e o ângulo do joelho em $187,04 \pm 7,23^\circ$; o chute sem impacto com a perna esquerda obteve velocidade do quinto metatarso de $3,74 \pm 3,41 \text{ m.s}^{-1}$, $3,18 \pm 2,43 \text{ m.s}^{-1}$ para o maléolo lateral, ângulo do tornozelo $135,32 \pm 12,42^\circ$ e ângulo do joelho $181,00 \pm 10,58^\circ$, no chute com impacto com a perna direita os resultados foram $10,70 \pm 1,93 \text{ m.s}^{-1}$ no quinto metatarso, $10,32 \pm 1,78 \text{ m.s}^{-1}$ para o maléolo lateral, $105,11 \pm 10,07^\circ$ de ângulo no tornozelo e $125,50 \pm 10,21^\circ$ no joelho, o chute com impacto com a perna esquerda ficou com $8,88 \pm 2,42 \text{ m.s}^{-1}$ para o quinto metatarso, $8,77 \pm 2,12 \text{ m.s}^{-1}$ para o maléolo lateral, $101,53 \pm 10,05^\circ$ de ângulo para o tornozelo e $127,30 \pm 9,61^\circ$ no joelho. Tais resultados indicam que o chute sem impacto obteve

melhor angulação em relação a técnica do chute e o chute com impacto obteve maior velocidade. Respectivamente ambas as técnicas devem ser treinadas em acordo com os objetivos almejados pelos atletas, como, demonstração ou luta. (PORTELA et al., 2014).

Outra investigação com dezessete atletas de TKD (treze masculinos e 4 femininos) de nível médio à elite europeia, verificou-se, a partir do chute frontal, os sinais de EMG dos músculos glúteo máximo, vasto lateral, reto femoral, bíceps femoral e gastrocnêmio lateral. Os valores de ativação muscular não foram normalizados, pois a intenção foi verificar a análise temporal de acordo com início e fim do movimento. O vasto lateral e o reto femoral foram ativados em 35 e 55%, respectivamente. Já o bíceps femoral e gastrocnêmio lateral foram ativados em 30 e 40% (SORENSEN et al., 1993).

Uma investigação com seis atletas faixas pretas de TKD, sendo três do sexo masculino e três do sexo feminino, analisou a repetibilidade do sinal EMG dos músculos reto femoral (RF), bíceps femoral (BF), gastrocnêmio lateral (LG) e tibial anterior (TA) durante o chute Tchigo Tchagui (Chute Machado). Após a inserção dos eletrodos segundo diretrizes da SENIAN, os atletas realizaram aquecimento e em seguida, foram orientados a realizarem dez chutes com a máxima potência em um alvo esférico simulando a cabeça de um oponente. O coeficiente de variação para a duração dos chutes, entre o tempo de deslocamento da saída do pé até o impacto com o alvo, variou entre 2,41% και 5,61%, o que demonstra grande estabilidade temporal do movimento em todas as participantes. De acordo com estes resultados sugere-se que para estudos de EMG com outros chutes de TKD, a repetibilidade deve ser verificada antes de qualquer investigação (ANGGELOUSSIS et al., 2007).

Um estudo com trinta e três atletas masculinos de TKD divididos em dois grupos, classificados como iniciantes (n=12) e experientes (n=21) em relação ao nível de experiência em competições, verificou diferentes parâmetros biomecânicos do chute semicircular em três distâncias (curta, média e longa) e duas alturas (tronco e cabeça). Foram avaliadas as medidas de tempo de reação (TR), tempo de execução (TE) e força de impacto (FI). Os iniciantes chutaram mais rápido no tronco do que na cabeça em todas as distâncias em relação a TR. A maior diferença encontrada foi na longa distância, em que o chute no tórax foi $0,359 \pm 0,101 \text{ s.m}^{-1}$ e na cabeça $0,375 \pm 0,105 \text{ s.m}^{-1}$. Os

atletas experientes não demonstraram diferenças significativas no TE em relação a altura do chute. Em relação ao TR os atletas experientes demonstraram maior rapidez no chute de distância curta ($0,461 \pm 0,015$ s e $0,477 \pm 0,022$ s, respectivamente) e média ($0,498 \pm 0,021$ s e $0,508 \pm 0,027$ s, respectivamente) do que no chute de distância longa ($0,575 \pm 0,027$ s e $0,593 \pm 0,026$ s, respectivamente), tanto na altura do tórax quanto na altura da cabeça. Em relação a FI, os melhores resultados foram encontrados na curta e média distância em relação a longa distância em ambos os grupos. As medidas de chutes dos iniciantes ficaram em $15,56 \pm 5,51$ N.kg⁻¹ e $13,93 \pm 5,58$ N.kg⁻¹ para curta e média distância e $11,55 \pm 4,68$ N.kg⁻¹ para longa distância. Experientes tiveram resultados como $19,81 \pm 5,67$ N.kg⁻¹ na curta distância, $15,67 \pm 7,12$ N.kg⁻¹ na média distância e $16,15 \pm 5,86$ N.kg⁻¹ na longa distância. Sugere-se que atletas experientes em contra ataques usem o chute na altura da cabeça, já que possuem a mesma velocidade que no tronco e na distância média. Os atletas iniciantes devem evitar os chutes na altura da cabeça, já que estes não conseguem executar chutes altos com a mesma velocidade e impacto que no tórax (ESTEVAN & FALCO, 2013).

Investigação com vinte e três atletas de KRT divididos em grupo com experiência internacional (n=13) e grupo com experiência nacional (n=11) em relação as competições de luta, verificou dados de potência de membros inferiores através da altura do salto vertical e velocidade do chute frontal verificada por filmagem. A altura do salto em centímetros foi estimada por tapete de contato e a velocidade do chute em milissegundos, por filmagem de alta velocidade através do *software Kinovia*, em que foi medida a saída do pé do solo até a extensão da perna. Os dados encontrados para altura do salto e velocidade do chute foram respectivamente: $46,4 \pm 4,2$ cm e $19,3 \pm 1,49$ ms para os atletas de experiência internacional e $38,0 \pm 4,67$ cm e $18,2 \pm 0,96$ ms para os atletas de experiência nacional. Além da diferença significativa para ambas as variáveis entre os grupos, foi registrada correlação entre altura do salto e velocidade do chute, confirmando a importância da potência de membros inferiores para a velocidade do chute (FERNÁNDEZ et al., 2013).

TKD e KRT foram comparados em um estudo com dois atletas, um de cada modalidade, em que comparou-se os impactos de dois chutes das modalidades: o chute semicircular e o chute frontal. Foram analisados por

acelerometria os dados de impacto e tempo dos chutes em três direções: látero-lateral (LL), antero-posterior (AP) e vertical (V). Os resultados de impacto (g) e tempo (s) encontrados foram os seguintes, respectivamente: atleta de TKD no chute semicircular obteve 46,07 g e 0,114 s na direção LL, 148,00 g e 0,027 s na direção AP e 171,48 g e 0,007 s na direção V. No chute frontal obteve 39,74 g e 0,127 s na direção LL, 141,76 g e 0,027 s na direção AP e 124,81 g e 0,007 s na direção V. O atleta de KRT, no chute semicircular, obteve 36,66 g e 0,123 s na direção LL, 58,07 g e 0,042 s para direção AP e 41,69 g e 0,028 s na direção V. No chute frontal os resultados foram 36,70 g e 0,118 s para a direção LL, 73,29 g e 0,042 s para a direção AP e 12,30 g e 0,026 s para direção V. Percebe-se através dos resultados do estudo que em uma visão geral não foram encontradas diferenças significativas nos valores dos chutes pelos praticantes de TKD e KRT. Ocorreram diferenças entre eixos que sugerem que as técnicas usadas em ambas as modalidades em relação à trajetória do movimento são treinadas e executadas de forma diferente (SILVA et al., 2012).

Uma pesquisa realizada com 20 atletas faixas pretas, competidores de KRT, verificou a cinemática do chute semicircular nas fases de ataque e retorno. Após a fixação de marcadores refletivos para análise biomecânica através de filmagem de alta frequência, cada atleta foi orientado a realizar 3 chutes com máxima potência em um saco de pancadas com distância auto selecionada. Os resultados encontrados respectivamente nas fases de ataque e retorno foram: velocidade máxima do tornozelo (9,431 m/s) e (4,317 m/s), velocidade máxima do joelho (5,226 m/s) e (2,709 m/s), velocidade máxima do quadril (4,327 m/s) e (1,329 m/s), aceleração média do tornozelo (26,540 m/s²) e (11,819 m/s²), aceleração média do joelho (17,156 m/s²) e (6,714 m/s²), aceleração média do quadril (10,625 m/s²) e (1,773 m/s²), tempo do tornozelo (0,482 s) e (0,819 s). Na conclusão os autores salientaram a importância do treinamento da fase de retorno, já que a mesma demonstrou ter menor velocidade em relação a fase de ataque, identificando-se assim uma oportunidade de contra-ataque (PIEMONTEZ et al., 2013).

Um estudo com dez atletas de TKD, tailandeses, divididos em dois grupos: sênior (5 atletas) e Junior (5 atletas), ambos com experiência em competições internacionais, verificou o tempo de reação, velocidade angular do

quadril, joelho, tornozelo e velocidade linear do pé, durante o chute semicircular com o membro dominante. Para aferir o tempo de reação foi inserido um led acima do alvo e os atletas foram instruídos a chutarem o mais rápido possível no alvo quando o *led* fosse ligado. A velocidade angular foi medida através da inserção de dezenove marcadores refletivos em cada atleta e através de filmagem de alta velocidade. A média de tempo de reação encontrada para os dois grupos foi de 0,78 ms para os atletas Juniors e 0,76 ms para os atletas seniors. Para velocidade angular foram encontradas respectivamente para juniors e seniors as seguintes informações: velocidade angular máxima do quadril ($282,7^{\circ}/s$) e ($259,1^{\circ}/s$), velocidade angular máxima do joelho ($- 797,9^{\circ}/s$) e ($- 874,3^{\circ}/s$), velocidade angular máxima do tornozelo ($- 401,6^{\circ}/s$) e ($- 416,8^{\circ}/s$) e velocidade linear máxima do pé ($7,36^{\circ}/s$) e ($8,16^{\circ}/s$). Não foram encontradas diferenças significativas entre grupos em nenhuma das variáveis estudadas, sugerindo que jovens e adultos tem execução semelhante no chute semicircular com membro dominante (DETJARENY et al., 2012).

No KRT foi realizada investigação com dez atletas, faixas marrom e preta, em que analisou-se a simetria intermembros no desempenho do chute frontal. Análise foi realizada por filmagem de alta frequência, em que foram posicionados 5 marcadores refletivos nos sujeitos para análise cinemática do chute. Cada atleta foi orientado a realizar 5 chutes em um alvo com cada um dos membros inferiores (dominante e não dominante). A distância do alvo foi auto selecionada. As variáveis analisadas foram: velocidade máxima do chute, velocidade média de chute, duração do chute, duração da recuperação da perna, altura máxima do joelho, amplitude da variação de altura do quadril, distância inicial entre o pé e o alvo, distância final entre o pé e o alvo e comprimento do passo. Não foram encontradas diferenças significativas entre membro dominante e não dominante, sugerindo haver simetria intermembros no desempenho do chute frontal no KRT (OLIVEIRA et al., 2009). Na tabela 1 estão apresentados os principais estudos sobre parâmetros biomecânicos nas MEC.

Tabela 1. Estudos encontrados sobre aspectos biomecânica em MEC.

Estudos	Sujeitos	Protocolo	Resultados
<p>THIBORDEE & PRASARTWU TH (2014)</p>	<p>16 atletas de Taekwondo (TKD) do sexo masculino, faixas pretas, com experiência em competições de nível nacional.</p>	<p>Atletas foram instruídos a realizarem 5 chutes, com intervalo de 15s entre cada.</p> <p>O chute deveria ser com a maior potência possível, sem dar embalo, ficando livre a movimentação de tronco e membros superiores.</p> <p>Análises: Movimento angular do tornozelo e joelho foram registrados por Sensores de eletrogoniometria</p> <p>Atividades eletromiografias (EMG) foram registradas nos músculos da perna do chute, incluindo, tibial anterior, gastrocnêmio medial, reto femoral e bíceps femoral.</p> <p>Força de impacto do chute em Hz.</p>	<p>Ângulo articular: padrão durante quatro fases.</p> <p>Todos os participantes apresentaram padrões semelhantes de movimentos angulares e ativações musculares ao longo das quatro fases.</p> <p>Durante a decolagem: A articulação do tornozelo passou de 10° de flexão dorsal para 40° de flexão plantar e o gastrocnêmio medial demonstrou maior ativação do que tibial anterior. A articulação do joelho esteve levemente flexionada em 20° e maiores valores de atividade do bíceps femoral quando comparada com a ativação do reto femoral.</p> <p>Durante a fase de preparação: O tornozelo diminuiu o ângulo de flexão plantar (35°) e o gastrocnêmio medial diminuiu a sua ativação. A articulação do joelho foi mais flexionada (80°) conseqüentemente ocorreu uma maior ativação do bíceps femoral.</p> <p>Durante a fase de pré-impacto: A articulação do tornozelo mudou-se para aproximadamente 30° de flexão plantar. Este foi concomitante com um aumento da ativação do tibial anterior e relativamente baixa ativação de gastrocnêmio medial. O movimento do joelho abruptamente mudou de flexão para extensão. Em cerca de 70° de flexão do joelho o reto femoral demonstrou a maior ativação e o bíceps femoral manifestou a menor ativação.</p> <p>Durante a fase de impacto: Os músculos agonista e antagonista foram ativados. Esta coativação foi vista em ambas as articulações do tornozelo e joelho. Visto que o tornozelo apresentou 25° de flexão plantar, o gastrocnêmio medial e o tibial anterior foram coativados. Da mesma forma, o reto femoral e o bíceps femoral foram coativados quando o joelho ficou estendido em 10°. Na comparação entre os quatro músculos, o reto femoral e o bíceps femoral apresentaram maior ativação do que o tibial anterior e o gastrocnêmio medial.</p> <p>Ângulo articular e ativação muscular: comparações entre chutes de alto e baixo impacto: Todos os atletas de ambos os grupos demonstraram alterações semelhantes em ângulos e ativações musculares conjunta durante a decolagem e preparação fases. Diferenças significativas entre os grupos ilustrado apenas nas fases de pré-impacto e impacto. O grupo HI Houve uma diminuição significativa do ângulo de flexão plantar do tornozelo que o LO grupo durante as fases de pré-impacto e de impacto (P <0,05).</p> <p>No entanto, as diferenças de ângulo da articulação do joelho e normalizada EMG atividades não</p>

			foram encontradas entre os grupos durante a pré-impacto fase. Durante a fase de impacto, o grupo HI demonstrou significativamente maior ativação do bíceps femoral do que o grupo LO ($P < 0,05$). No entanto, não houve diferenças nas atividades EMG dos outros músculos durante a fase de impacto. Como músculos agonistas e antagonistas a coativação ocorreu durante a fase de impacto, a relação de ativação foi calculada. Quando comparados entre os grupos, o grupo HI mostrou significativamente maior proporção de ativação do bíceps femoral ao reto femoral do que o grupo LO ($0,90 \pm 0,63$ e $0,20 \pm 0,06$, respectivamente ($P < 0,05$). No entanto, a relação de ativação do gastrocnêmio medial tibial anterior não foi diferente entre os grupos ($0,30 \pm 0,12$ e $0,31 \pm 0,11$, respectivamente).
QUINZI et al. (2013)	6 atletas de KRT, faixas pretas de elite com experiência internacional, masculinos.	Os atletas foram orientados a realizarem 3 chutes semicirculares com impacto (CI) e sem impacto (CSI) para análise biomecânica do chute. Foram fixados 12 pontos de marcação nos atletas, para análise de movimento através do sistema <i>Vicon</i> .	Os resultados encontrados para o deslocamento angular de flexão e extensão de quadril e joelho para os dois chutes foram: flexão de quadril no CI e CSI, respectivamente (0.7 ± 0.1 rad) e (1.1 ± 0.1 rad), extensão de quadril no CI e CSI, respectivamente (0.4 ± 0.1 rad) e (0.8 ± 0.1 rad), flexão do joelho no CI e CSI, respectivamente (1.7 ± 0.0 rad) e (1.8 ± 0.1 rad) e extensão do joelho no CI e CSI, respectivamente (1.9 ± 0.1 rad) e (2.1 ± 0.1 rad). Foram encontradas diferenças significativas para flexão e extensão do quadril. Para velocidade angular os resultados para flexão e extensão de quadril e joelho foram: flexão de quadril no CI e CSI, respectivamente ($7,4 \pm 0,6$ rad/s) e ($9,7 \pm 1,9$ rad/s), extensão de quadril no CI e CSI, respectivamente ($8,6 \pm 1,0$ rad/s) e ($16,2 \pm 2,1$ rad/s), flexão do joelho no CI e CSI, respectivamente ($14,8 \pm 0,7$ rad/s) e ($14,9 \pm 0,8$ rad/s) e extensão do joelho no CI e CSI, respectivamente ($31,0 \pm 1,2$ rad/s) e ($30,3 \pm 1,0$ rad/s). Foram encontradas diferenças significativas apenas para extensão do quadril. Sugere-se adaptações técnicas no treinamento do chute em que a extensão do quadril e joelho no CSI deve seguir a mesma angulação do CI. Esta medida pode prevenir lesões por estiramento articular além de promover economia do movimento e consequentemente maior velocidade no movimento.
CHENG et al. (2015)	10 atletas faixas pretas de TKD com mínimo de quatro anos de experiência.	Foram analisadas a força cinética e ângulo articular do joelho do chute giratório por trás (CGT) e chute giratório por trás com salto (CGTS). Foram posicionados no corpo dos atletas onze marcadores flexivos nos centros articulares e marcos anatômicos.	Não foram encontradas diferenças significativas para os dois chutes: CGT ($0,48 \pm 0,09$) e CGTS ($0,49 \pm 0,11$). Em relação a aceleração do alvo o CGT obteve maior impacto ($180,75 \pm 35,47$) do que o CGTS ($149,99 \pm 28,64$). Em relação à cinemática envolvida entre os dois chutes não foram encontradas diferenças significativas. Os resultados encontrados para o CGT e CGTS foram descritos da seguinte forma, respectivamente: velocidade angular do ombro ($13,18 \pm 2,11$ rad.s ⁻¹) e ($12,49 \pm 2,08$ rad.s ⁻¹), velocidade angular da cintura ($11,14 \pm 3,4$ rad.s ⁻¹) e ($11,52 \pm 2,22$ rad.s ⁻¹), velocidade angular do tornozelo ($9,99 \pm 0,96$ rad.s ⁻¹) e ($9,54 \pm 1,11$ rad.s ⁻¹), velocidade angular do joelho ($7,11 \pm 0,86$ rad.s ⁻¹) e ($6,87 \pm 0,84$ rad.s ⁻¹) e velocidade angular do quadril ($3,50 \pm 0,51$ rad.s ⁻¹) e ($3,42 \pm 0,44$ rad.s ⁻¹). Para força de reação vertical do solo (FRVS) foram usadas duas plataformas de força, uma para

		Os atletas realizaram o CGT e CGTS em um alvo sob a plataforma de força e foram filmados simultaneamente por três câmeras de alta velocidade para análise cinemática. Foi inserido um marcador no alvo para medir a aceleração angular causada pelo impacto do chute.	cada perna do atleta (perna do chute e a perna de apoio). Foram encontradas diferenças significativas nas duas medidas, em que a FRVS do CGT na perna do chute foi de $(2,04 \pm 0,31 \text{ BW})$ e no CGTS foi $(2,36 \pm 0,57 \text{ BW})$. Na perna de apoio encontrou-se para o CGT $(1,36 \pm 0,37 \text{ BW})$ e o CGTS $(2,04 \pm 0,47 \text{ BW})$.
FERNANDES (2012)	10 praticantes iniciantes de TKD	Após a inserção dos eletrodos de EMG nos músculos bíceps femoral, tibial anterior, gastrocnêmio lateral e eretor da espinha direita e eletrogoniometro na articulação do joelho, cada atleta foi orientado a realizar 25 chutes em um saco de pancadas, a partir de distância auto selecionada, marcada para guia de distância dos chutes em relação ao alvo.	Foram analisados dados de EMG no domínio temporal dos músculos vasto lateral, bíceps femoral, tibial anterior, gastrocnêmio lateral e eretor da espinha direita. Os dados foram normalizados pelo valor de maior ativação e angulação encontrado entre os pontos de partida e chegada do chute ao alvo. Os valores registrados no instante em que ocorreu a máxima atividade elétrica dos músculos durante o chute foram: bíceps femoral 65%, gastrocnêmio lateral 67%, tibial anterior 92%, vasto lateral 92% e eretor da espinha direita 98%. A maior flexão do joelho foi de 90° aos 93% da realização do chute e no momento do impacto ao alvo a flexão foi de 145° , demonstrando não atingir extensão máxima de 180° .

PORTELA et al. (2014)	A amostra foi composta por 8 praticantes de karatê estilo tradicional, sexo masculino, entre faixa marrom e preta.	Cada atleta foi orientado a executar 3 sequencias do chute frontal na condição com e sem impacto. Foram analisados os seguintes dados: Cinemetria dos movimentos segmento do pé, perna, coxa e tronco. As imagens foram analisadas no programa <i>Skillspector</i> . As análises foram feitas sobre as variáveis de velocidade linear, nos pontos do 5º metatarso, a velocidade linear do maléolo lateral, ângulo da articulação do tornozelo e ângulo de articulação do joelho.	Ocorreram diferenças significativas na velocidade linear entre todas as condições da seguinte maneira: chute sem impacto perna direita obteve velocidade de $3,88 \pm 2,23 \text{ m.s}^{-1}$ para o quinto metatarso, $3,42 \pm 1,42 \text{ m.s}^{-1}$ para o maléolo lateral, o ângulo do tornozelo ficou em $132,77 \pm 6,7^\circ$ e o ângulo do joelho em $187,04 \pm 7,23^\circ$; o chute sem impacto com a perna esquerda obteve velocidade do quinto metatarso de $3,74 \pm 3,41 \text{ m.s}^{-1}$, $3,18 \pm 2,43 \text{ m.s}^{-1}$ para o maléolo lateral, ângulo do tornozelo $135,32 \pm 12,42^\circ$ e ângulo do joelho $181,00 \pm 10,58^\circ$, no chute com impacto com a perna direita os resultados foram $10,70 \pm 1,93 \text{ m.s}^{-1}$ no quinto metatarso, $10,32 \pm 1,78 \text{ m.s}^{-1}$ para o maléolo lateral, $105,11 \pm 10,07^\circ$ de ângulo no tornozelo e $125,50 \pm 10,21^\circ$ no joelho, o chute com impacto com a perna esquerda ficou com $8,88 \pm 2,42 \text{ m.s}^{-1}$ para o quinto metatarso, $8,77 \pm 2,12 \text{ m.s}^{-1}$ para o maléolo lateral, $101,53 \pm 10,05^\circ$ de ângulo para o tornozelo e $127,30 \pm 9,61^\circ$ no joelho.
SORENSEN et al. (1993)	17 atletas de TKD, sendo treze masculinos e 4 femininos, de nível médio à elite europeia.	Os sujeitos realizaram três chutes frontais em uma bola de tênis suspensa a partir do teto, ajustada há altura do queixo. Foram analisadas cinemetria e eletromiografia.	Foram inferidos a partir do chute frontal, os sinais de eletricidade muscular dos músculos glúteo máximo, vasto lateral, reto femoral, bíceps femoral e gastrocnêmio lateral. Os valores de ativação muscular não foram normalizados, pois a intenção foi verificar a análise temporal de acordo com início e fim do movimento. O vasto lateral e o reto femoral foram ativados em 35 e 55%, respectivamente. Já o bíceps femoral e gastrocnêmico lateral foram ativados em 30 e 40%. No glúteo máximo não foi encontrado percentual de ativação.

<p>AGGELOUSS IS et al. (2007)</p>	<p>6 atletas de TKD, sendo 3 do sexo masculino e 3 do sexo feminino, com idades entre 20 e 24 anos, faixas pretas.</p>	<p>Os atletas realizaram 3 chutes como aquecimento e logo realizaram 10 chutes em um alvo esférico (simulando a cabeça de uma pessoa), com intervalo de 1 minuto entre chutes, com a máxima potência. Foram analisados sinais EMG dos músculos reto femoral (RF), bíceps femoral (BF), gastrocnêmio lateral (LG) e tibial anterior (TA) do membro inferior direito do participante, de acordo com as diretrizes da SENIAM (Eletromiografia de Superfície para a avaliação não invasiva dos Músculos, BIOMED II) do projeto.</p>	<p>O coeficiente de variação para a duração dos chutes, entre o tempo de deslocamento da saída do pé até o impacto com o alvo, variou entre 2,41% e 5,61%, o que demonstra grande estabilidade temporal do movimento em todas as participantes. Contrariamente, os coeficientes de variação (CV) para as formas de onda de EMG (Tabela 1) foram muito superiores 10%, o que é o máximo aceitável na variabilidade biomecânica dados (Winter, 1991).</p>
<p>ESTEVAN & FALCO (2013)</p>	<p>33 atletas masculinos de TKD divididos em dois grupos, classificados como iniciantes (n=12) e</p>	<p>Após 20 min de aquecimento específico da modalidade cada atleta foi instruído a realizar 2 chutes em cada distância (curta,</p>	<p>Os iniciantes chutaram mais rápido no tronco do que na cabeça em todas as distâncias em relação a TR. A maior diferença encontrada foi na longa distância, em que o chute no tórax foi $0,359 \pm 0,101$ s.m-1 (verifiquei e acho que é metros por segundos -1) e na cabeça $0,375 \pm 0,105$ s.m-1. Os atletas experientes não demonstraram diferenças significativas no TE em relação a altura do chute. Em relação ao TR os atletas experientes demonstraram maiores velocidades no chute de distância curta ($0,461 \pm 0,015$ s e $0,477 \pm 0,022$ s, respectivamente) e média ($0,498 \pm 0,021$ s e $0,508 \pm 0,027$ s, respectivamente) do que no chute de distância longa ($0,575 \pm 0,027$ s</p>

	experientes (n=21) em relação ao nível de experiência em competições.	média e longa) e para as duas alturas (tronco e cabeça) para avaliação de Tempo de Reação (TR), Tempo de execução (TE) e Força de Impacto (FI).	e $0,593 \pm 0,026$ s, respectivamente), tanto na altura do tórax quanto na altura da cabeça. Em relação a FI, os melhores resultados foram encontrados na curta e média distância em relação a longa distância em ambos os grupos. As medidas de chutes dos iniciantes ficaram em $15,56 \pm 5,51$ N.kg-1 e $13,93 \pm 5,58$ N.kg-1 para curta e média distância e $11,55 \pm 4,68$ N.kg-1 para longa distância. Experientes tiveram resultados como $19,81 \pm 5,67$ N.kg-1 na curta distância, $15,67 \pm 7,12$ N.kg-1 na média distância e $16,15 \pm 5,86$ N.kg-1 na longa distância. Sugere-se que atletas experientes em contra ataques usem o chute na altura da cabeça, já que possuem a mesma velocidade que no tronco e na distância média.
FERNÁNDEZ et al. (2013)	23 atletas de KRT divididos em grupo com experiência internacional (n=13) e grupo com experiência nacional (n=11) em relação as competições de luta.	Após o aquecimento os sujeitos realizaram 3 salto verticais para aferição da altura do salto com tapete de contato e 3 chutes frontais com cada perna para análise de tempo de chute através de filmagem de alta velocidade.	Os dados encontrados para altura do salto e velocidade do chute foram respectivamente: $46,4 \pm 4,2$ cm e $19,3 \pm 1,49$ ms para os atletas de experiência internacional e $38,0 \pm 4,67$ cm e $18,2 \pm 0,96$ ms para os atletas de experiência nacional. Além da diferença significativa para ambas as variáveis entre os grupos, foi registrada correlação entre altura do salto e velocidade do chute, confirmando a importância da potência de membros inferiores para a velocidade do chute.
SILVA et al. (2012)	1 atleta de TKD e um de KRT, ambos faixas pretas.	Foi fixado no tornozelo dos atletas um acelerômetro para captação de dados de sinais (mV/s) nas três direções (x – látero-lateral; y – anteroposterior; e z - vertical). Após Cada atleta foi instruído a realizar dez chutes frontais e dez chutes semicirculares, com 1 min de descanso entre cada execução.	Os resultados de impacto (g) e tempo (s) encontrados foram os seguintes, respectivamente: atleta de TKD no chute semicircular obteve $46,07$ g e $0,114$ s na direção LL, $148,00$ g e $0,027$ s na direção AP e $171,48$ g e $0,007$ s na direção V. No chute frontal obteve $39,74$ g e $0,127$ s na direção LL, $141,76$ g e $0,027$ s na direção AP e $124,81$ g e $0,007$ s na direção V. O atleta de KRT, no chute semicircular, obteve $36,66$ g e $0,123$ s na direção LL, $58,07$ g e $0,042$ s para direção AP e $41,69$ g e $0,028$ s na direção V. No chute frontal os resultados foram $36,70$ g e $0,118$ s para a direção LL, $73,29$ g e $0,042$ s para a direção AP e $12,30$ g e $0,026$ s para direção V. Percebe-se através dos resultados do estudo que em uma visão geral não foram encontradas diferenças significativas nos valores dos chutes pelos praticantes de TKD e KRT. Ocorreram diferenças entre eixos que sugerem que as técnicas usadas em ambas as modalidades em relação à trajetória do movimento são treinadas e executadas de forma diferente.

<p>PIEMONTEZ et al. (2013)</p>	<p>20 atletas faixas pretas, competidores de KRT.</p>	<p>Após a fixação de marcadores refletivos para análise biomecânica através de filmagem de alta frequência, cada atleta foi orientado a realizar 3 chutes com máxima potência em um saco de pancadas com distância auto selecionada para análise de velocidade máxima do tornozelo, velocidade máxima do joelho, velocidade máxima do quadril, aceleração média do tornozelo, aceleração média do joelho, aceleração média do quadril, tempo do tornozelo, nas fases de ataque e retorno do chute.</p>	<p>Os resultados encontrados respectivamente nas fases de ataque e retorno foram: velocidade máxima do tornozelo (9,431 m/s) e (4,317 m/s), velocidade máxima do joelho (5,226 m/s) e (2,709 m/s), velocidade máxima do quadril (4,327 m/s) e (1,329 m/s), aceleração média do tornozelo (26,540 m/s²) e (11,819 m/s²), aceleração média do joelho (17,156 m/s²) e (6,714 m/s²), aceleração média do quadril (10,625 m/s²) e (1,773 m/s²), tempo do tornozelo (0,482 s) e (0,819 s).</p>
<p>DETJARENY et al. (2012)</p>	<p>10 atletas de TKD divididos em dois grupos, jovens e adultos, faixas pretas tailandeses, com experiência de competições internacionais.</p>	<p>Os atletas foram instruídos a realizarem 3 chutes semicirculares com o membro inferior dominante em um alvo, o mais rápido possível assim que um led acima do alvo fosse ligado.</p>	<p>A média de tempo de reação encontrada para os dois grupos foi de 0,78 ms para os atletas Juniors e 0,76 ms para os atletas seniors. Para velocidade angular foram encontradas respectivamente para juniors e seniors as seguintes informações: velocidade angular máxima do quadril (282,7°/s) e (259,1°/s), velocidade angular máxima do joelho (- 797,9°/s) e (- 874,3°/s), velocidade angular máxima do tornozelo (- 401,6°/s) e (- 416,8°/s) e velocidade linear máxima do pé (7,36°/s) e (8,16°/s). Não foram encontradas diferenças significativas entre grupos em nenhuma das variáveis estudadas, sugerindo que jovens e adultos tem execução semelhante no chute semicircular com membro dominante.</p>

		<p>Para tempo de reação foi mensurado o tempo entre o instante em que o led foi ligado até a chegada do chute no alvo.</p> <p>Para a velocidade angular do quadril, joelho, tornozelo e velocidade linear do pé, foram posicionados 19 marcadores refletivos nos sujeitos e filmados com 8 câmeras de alta velocidade de imagem.</p>	
OLIVEIRA et al. (2009)	10 atletas de KRT, faixas marrom e preta.	<p>Cada atleta foi orientado a realizar 5 chutes em um alvo com cada um dos membros inferiores (dominante e não dominante). A distância do alvo foi alto selecionada. As variáveis analisadas foram: velocidade máxima do chute, velocidade média de chute, duração do chute, duração da recuperação da perna, altura máxima do joelho, amplitude da variação de altura do</p>	<p>Não foram encontradas diferenças significativas entre membro dominante e não dominante, sugerindo haver simetria intermembros no desempenho do chute frontal no KRT.</p>

		quadril, distância inicial entre o pé e o alvo, distância final entre o pé e o alvo e comprimento do passo.	
--	--	---	--

3. Materiais e Métodos

3.1. Tipo de Estudo e Local

Constitui-se como estudo observacional, quantitativo, para análise do chute semicircular de atletas, masculinos, sendo 15 de TKD, 15 de KRT e 15 de MTH, realizado na Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul em parceria com a Universidade Federal de Pelotas.

3.2. Sujeitos

Participarão do estudo 45 atletas voluntários das seguintes MEC, TKD, KRT e MTH, sendo 15 atletas de cada. Serão recrutados segundo a indicação das federações que regulamentam estas modalidades no Rio Grande do Sul, mediante contato prévio e apresentação do projeto aos dirigentes. Os atletas deverão ser faixa preta, ou equivalente em suas modalidades, do sexo masculino, e possuírem entre 18 e 35 anos. Todos os atletas deverão ler e assinar um termo de consentimento livre e esclarecido e o estudo será previamente avaliado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Pelotas.

3.3. Delineamento do Estudo

Serão agendadas reuniões com os dirigentes das federações de cada modalidade para apresentação do projeto e justificativa da relevância do estudo. Logo, cada federação indicará os atletas para realização do estudo de acordo com os critérios de inclusão.

Os atletas serão consultados sobre a participação voluntária e informados com antecedência sobre todos os procedimentos do estudo e serão orientados a não realizarem atividades físicas de alta intensidade, 48 horas antecedentes às coletas.

Cada grupo de MEC será avaliado separadamente. Os atletas, ao chegarem ao local das avaliações, responderão um questionário adaptado sobre níveis competitivos (DINIZ et al., 2014), serão aferidas medidas de massa corporal e estatura, passarão pelo procedimento de posicionamento dos eletrodos de EMG e pontos refletivos. Logo realizarão o teste de contração isométrica voluntária máxima (CIVM), farão aquecimento de 5 minutos e em seguida serão orientados a se posicionarem à área de chutes para iniciarem o procedimento de chutes. Cada atleta deverá primeiramente realizar a escolha da distância ideal para realização do chute (distância autosselecionada) que será registrada e demarcada para que o atleta siga a mesma distância em todos os chutes. Serão realizados 3 chutes por atleta sob a orientação de execução com a máxima potência e técnica possível.

O chute deverá ser realizado com a perna de trás e o atleta deverá escolher o membro inferior dominante para a execução.

O alvo será um boneco bob, simulador de lutas BOOMBOXE®. O alvo possui ajuste de altura e será adequado à altura do tronco do atleta.

3.4. Instrumentos e Coletas

As coletas serão realizadas nas dependências da Sala do Centro Natatório da Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, com coleta simultânea de dados dos parâmetros cinemáticos e neuromusculares através dos seguintes instrumentos e procedimentos em ordem:

3.4.1. Avaliação da atividade elétrica muscular no momento do chute por Eletromiografia (EMG)

Para a aquisição dos dados EMG, será utilizado eletromiógrafo Miotool 400, da marca MIOTEC Equipamentos Biomédicos (Porto Alegre/Brasil). O equipamento é composto por sistema de 4 canais, com frequência de amostragem de 2000 Hz por canal, variação de ganho de 200 a 1000 vezes e modo de rejeição comum maior que 126 Db. A energia será fornecida por Sistema de Baterias e os dados serão transmitidos por conexão a um microcomputador via entrada USB. Os procedimentos de preparação dos indivíduos serão adotados igualmente em estudo realizado por Alberton et al., (2007), seguido de tricotomia e limpeza da pele com algodão umedecido em álcool para a remoção de células mortas. Após, serão posicionados eletrodos de superfície sobre a pele dos atletas, em regiões dos melhores pontos motores de cada grupo muscular segundo a orientação do Projeto Seniam (www.seniam.org). Os grupos musculares serão: Músculo RF, Músculo VL, Músculo BF, Músculo TA, GL, do membro dominante e Músculo EE – contralateral. Será inserido um eletrodo de referência, monopolar, na extremidade esternal da clavícula, para minimizar interferências externas e garantir a qualidade do sinal.

3.4.2. Cinemetria

A digitalização das imagens consistirá na localização de determinados pontos, quadro a quadro, para identificar sua trajetória no decorrer da imagem e assim determinar suas coordenadas espaciais. Será realizada reconstrução tridimensional das imagens digitalizadas e com este procedimento as coordenadas adimensionais serão reconvertidas

em

coordenadas

métricas.

Serão digitalizados 18 marcadores refletivos de cada lado do corpo (totalizando 36 marcadores), colocados em pontos anatômicos de interesse (Figura 1). Cada marcador reflexivo será filmado pelo menos por duas câmeras (sistema de análise de movimento tridimensional (Vicon System, Los Angeles-EUA) composto por 6 câmeras infravermelho com frequência de amostragem (3 Bonita, Los Angeles- EUA e 3 Bonita10, Los Angeles-EUA) de 100 Hz) a cada lado do corpo para possibilitar a posterior reconstrução das coordenadas (*software* NEXUS 1.8). A calibração ocorreu de acordo com a orientação do manual do fornecedor. Foi utilizado um calibrador em forma de “T” (5 Marker Wand & L-Frame, com cinco marcadores de 14mm) para a calibração dinâmica sobre o volume de coleta. Para identificar os marcadores foi feita uma calibração estática, em que cada sujeito ficou na posição em pé com os membros superiores em abdução de 90° e cotovelos flexionados.

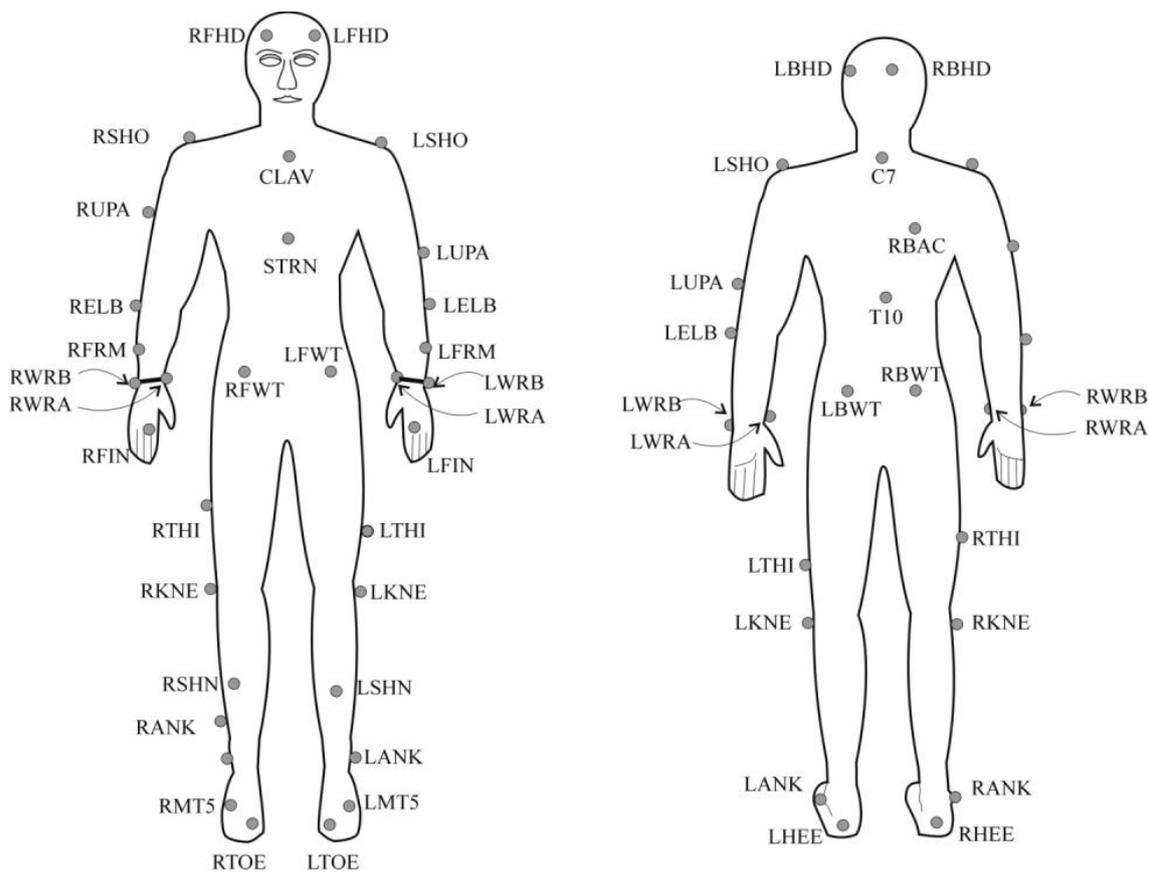


Figura 2. Modelo Plugin-Gait Full Body, demonstração dos marcadores refletivos para digitalização de imagem. **LFHD**: Têmpora esquerda, **RFHD**: Têmpora direita, **LBHD**: Parte posterior esquerda da cabeça, **RBHD**: Parte posterior direita da cabeça, **C7**: Sétima vertebra cervical, **T10**: Décima vértebra torácica, **CLAV**: Topo do osso do peito (extremidade esternal da clavícula), **STRN**: Base do osso do peito (porção distal do esterno), **RBAC**: Centro da escápula direita, **LSHO**: Processo acrômio-clavicular esquerdo, **LUPA**:

Linha média lateral do braço esquerdo (pode variar altura), **LWRA**: Processo estiloide do rádio, **LWRB**: Processo estiloide da ulna, **LFIN**: Cabeça do 3º metacarpo esquerdo, **RSHO**: Processo acrômio-clavicular direito, **RUPA**: Linha média lateral do braço direito (pode variar altura), **RWRA**: Processo estiloide do rádio, **RWRB**: Processo estiloide da ulna, **RFIN**: Cabeça do 3º metacarpo direito, **LFWT**: Espinha íliaca anterossuperior esquerda, **FWT**: Espinha íliaca anterossuperior direita, **LBWT**: Crista íliaca posterossuperior esquerda, **RBWT**: Crista íliaca posterossuperior direita, **LTHI**: Linha média lateral da coxa esquerda (pode variar altura), **LKNE**: Côndilo lateral do fêmur esquerdo, **LSHN**: Linha média lateral da perna esquerda (pode variar altura), **LANK**: Maléolo lateral da tíbia esquerda, **LHEE**: Osso calcâneo esquerdo, **LMT5**: Cabeça do quinto metatarso esquerdo, **LTOE**: Porção distal do hálux esquerdo, **RTHI**: Linha média lateral da coxa direita (pode variar altura), **RKNE**: Côndilo lateral do fêmur direito, **RSHN**: Linha média lateral da perna direita (pode variar altura), **RANK**: Maléolo lateral da tíbia direita, **RHEE**: Osso calcâneo direito, **RMT5**: Cabeça do quinto metatarso direito, **RTOE**: Porção distal do hálux direito.

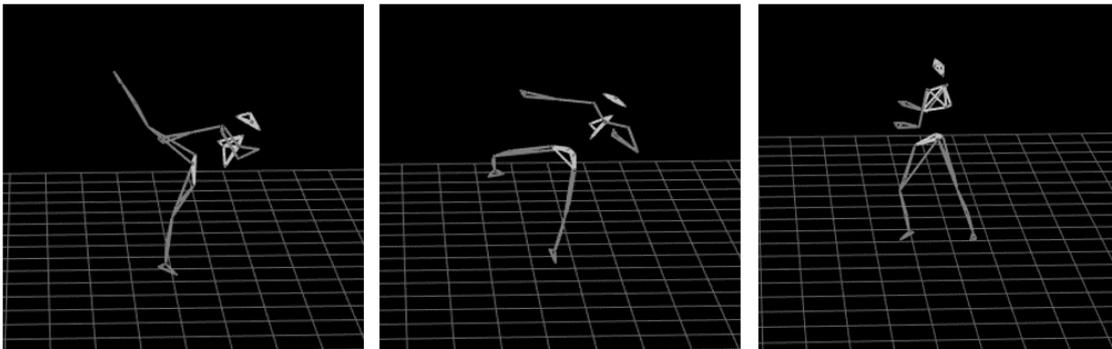


Figura 3. Imagem da tela do Sistema Vicon para análise do chute.

3.4.3. Contração Isométrica Voluntária Máxima

A contração isométrica voluntária máxima (CIVM) dos músculos reto femoral (RF), vasto lateral (VL), bíceps femoral (BF), tibial anterior (TA), gastrocnêmio lateral (GL), do membro dominante e eretor da espinha – contra lateral (EE), será utilizada para a normalização e amplitude do sinal EMG. Será realizada uma coleta de CIVM para cada um dos músculos atuando de forma agonista. Após a inserção dos eletrodos de EMG segundo os padrões descritos no item 3.4.5, os atletas serão orientados a realizarem os seguintes procedimentos para realização da CIVM para coleta do maior sinal EMG para cada um dos músculos envolvidos:

3.4.3.1. CIVM dos músculos RF e VL

O sinal EMG durante a CIVM acontecerá com o atleta posicionado, sentado com os quadris flexionados em 90º e joelhos flexionados em 120º.

3.4.3.2. CIVM do músculo BF

O sinal EMG durante a CIVM acontecerá com o atleta posicionado, deitado em decúbito ventral, com o joelho direito em flexão de 90°. por uma corda fixada a um mosquetão que será fixado a uma barra fixa acima do pé do sujeito.

3.4.3.3. CIVM do músculo TA

O sinal EMG durante a CIVM acontecerá com o atleta posicionado, em pé, com o pé direito sob uma plataforma elevada a trinta centímetros do solo, apoiando apenas o calcanhar, ficando metatarso e falanges fora da base, envolvidos por uma corda fixada ao solo.

3.4.3.4. CIVM do músculo GL

O sinal EMG durante a CIVM acontecerá com o atleta posicionado, em pé, com o pé direito sob uma plataforma elevada a trinta centímetros do solo, apoiando apenas o calcanhar, ficando metatarso e falanges fora da base, envolvidos por uma corda fixada a um mosquetão que será fixado a uma barra fixa acima do pé do sujeito.

3.4.3.5. CIVM do músculo EE

O sinal EMG durante a CIVM acontecerá com o atleta posicionado, sentado, fixando uma corda em torno do tronco, conectada em um mosquetão, fixado em uma barra fixa a frente do corpo.

3.4.4. Distância autosselecionada

Cada atleta será orientado a escolher a melhor distância para realização do chute com técnica e potência máxima. Após o atleta posicionar-se, será medida a distância entre o pé de apoio do atleta até a base do alvo, para que o mesmo siga a mesma orientação em todos os chutes.

3.4.5. Filmagem, Escolha do Chute e Consultor Técnico

Durante a execução dos três chutes para coleta de EMG e Cinemetria, o procedimento será filmado com câmera digital de alta frequência para análise do melhor chute que será escolhido por um consultor técnico (CT). O CT fará análise dos chutes e escolherá o melhor golpe em relação a técnica específica de cada MEC. Para cada MEC será escolhido um CT.

O chute escolhido pelo CT será usado para análise de dados estatístico.

Para filmagem será usada uma câmera digital (Casio™, Modelo EX - ZR100), de alta definição e velocidade (até 1000 quadros por segundo (fps), 240fps). A câmera será posicionada no plano sagital contra lateral em relação ao membro inferior dominante, a dois metros centralizados entre o atleta e o bob.



Figura 4. Exemplo de imagem no plano sagital que será usada para análise pelos Consultores Técnicos de cada MEC.

3.5.6. Variáveis dependentes

- Amplitude de movimento das articulações tornozelo, joelho, quadril, coluna, ombro e cotovelo.
- Velocidade angular média e pico das articulações tornozelo, joelho, quadril, coluna, ombro e cotovelo.
- Potência Mecânica.
- Amplitude do sinal EMG dos músculos RF, VL, BF, TA, GL e ES.
- Distância autosselecionada

3.4.7. Variáveis independentes

- MEC TKD, KRT e MTH.

3.4.8. Tratamento de dados

3.4.8.1. EMG

O sinal de EMG será coletado e os dados serão exportados para análise utilizando o *software* SAD32. Será realizada filtragem digital do sinal com filtro *Butterworth* de 5ª ordem passa banda, com frequência de corte entre 20 e 500 Hz. Na CIVM será feito um

recorte dos 2s centrais para determinação do valor *root mean square* (RMS). Esse dado será utilizado para normalização dos dados de EMG durante o chute. A determinação de início e fim do chute será alinhada através da cinemática para então fazer a determinação do valor RMS. Estes dados serão expressos por meio de %CIVM.

3.4.8.2. Cinemática

O sinal cinemático será analisado com filtro *Butterworth* de terceira ordem, passa baixa de 9 Hz, realizado pelo próprio *software* do Sistema *Vicon*.

3.4.9. Análise de dados

Os dados serão reportados através de estatística descritiva (média \pm desvio padrão). Testes de *Shapiro-Wilk* e *Levene* serão realizados para verificar a normalidade dos dados e homogeneidade das variâncias, respectivamente. Para comparação dos dados EMG e cinemáticos entre as MEC será utilizado o teste ANOVA *one-way*, com *post-hoc* de Bonferroni ($\alpha=0,05$). Os dados serão processados no pacote estatístico SPSS 22.0.

3.4.10. Cronograma

Ação	Mês																
	01 Mar	02 Abr	03 Maio	04 Jun	05 Jul	06 Ago	07 Set	08 Out	09 Nov	10 Dez	11 Jan	12 Fev	13 Mar	14 Abr	15 Mai	16 Jun	17 Jul
Revisão de literatura	x	x	x	x													
Qualificação					x												
Submissão ao comitê de ética						x											
Recrutamentos dos sujeitos						x											
Avaliações físicas							x										
Coleta de dados							x	x	x								
Tabulação / análise dos dados										x	x	x					
Redação de resultados													x	x			
Discussão e conclusão															x		
Defesa																x	
Submissão dos artigos																	x

3.4.11. Orçamento

Item	Quantidade	Custo
Eletrodos EMG	7 pacotes (50)	R\$ 350,00
Aparelho de barbear descartável	50	R\$ 100,00

Álcool	2	R\$ 10,00
Algodão	4 pacotes	R\$ 20,00
Viagens para UFRGS POA	6 viagens (gasolina/pedágio)	R\$ 1320,000
	Total	R\$ 1800,00

4. Aplicabilidade do estudo

Possibilitar a compreensão da especificidade do chute semicircular em cada uma das modalidades, auxiliando treinadores no ensino do movimento.

5. Referências

- Aggeloussis, N.; Gourgoulis, V.; Sertsou, M.; Giannakou, E.; Mavromatis, G. Repeatability of electromyographic waveforms during the Naeryo Chagi in taekwondo. *Journal of Sports Science and Medicine*, V. 6, P. 6-9, 2007.
- Alberton, C. L.; Silva, E. M.; Tartaruga, M. P.; Cadore, E. L. Becker, M. E.; Brentano, M. A.; Kruehl, L. F. M. Análise da reprodutibilidade do sinal eletromiográfico durante ações isométricas e dinâmicas realizadas em diferentes meios. *Revista Brasileira de Biomecânica*, V. 8, N. 15, P. 82-87, 2007.
- Antunez, B. F.; Junior, J. P.; Del Vecchio, A. H. M.; Del Vecchio, F. B. Perfil antropométrico e aptidão física de lutadores de elite de taekwondo. *Revista da Faculdade de Educação Física UNICAMP*, V. 10, N. 3, P. 61-76, 2012.
- Barreiras, C. R. A.; Massini, M. O combate subtrativo: a espiritualidade do esvaziamento como norte da filosofia corporal no karate-do. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, V. 21, N. 2, P. 283-292, 2008.
- Bridge, C. A.; Santos, J. F. S.; Chaabène, H.; Pieter, W.; Franchini, E. Physical and Physiological Profiles of Taekwondo Athletes. *Sports Medicine*, V. 44, N. 6, P. 713-733, 2014.
- Cappai, I.; Perantozzi, E.; Tam, E. Tocco, F. Angius, L.; Milia, R.; Squatrito, S.; Concu, A.; Crisafulli, A. Physiological responses and match analysis of muay thai fighting. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, V. 12, P. 507-516, 2012.
- Chaabène, H.; Hamacha, Y.; Franchini, E.; Mkauer, B.; Chamari, K. Physical and physiological profile of elite karate athletes. *Sports Medicine*, P. 1-15, 2012.
- Cheng, K. B.; Wang, Y. H.; Kuo, S. Y.; Huang, Y. C. Perform kicking with or without jumping: joint coordination and kinetic differences between Taekwondo back kicks and jumping back kicks. *Journal of Sports Sciences*, V. 33, N. 15, P. 1614-1621, 2015.
- Cho, K. O. Differences of energy intake and energy expenditure of elite Taekwondo players receiving summer vs. winter intensive training. *Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry*, V. 18, N. 2, P. 169-174, 2014.
- Crisafulli, A.; Vitelli, S.; Cappai, I.; Milia, L.; Tocco, F.; Melis, F.; Concu, A. Physiological responses and energy cost during a simulation of a muay thai boxing match. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism - NRC*, V. 34, P. 143-150, 2009.
- De Cesaris, M. *Boxe Thailandese: Muay Thai*. Roma: Edizioni Mediterranee, 1995.
- Detjanery, T.; Limroongreungrat, W.; Sinphurmsukskul, O.; Pinthong, M. Kinematic differences of taekwondo roundhouse kick between thailand national and youth national athletes. *Annual Conference of Biomechanics in Sports*, V. 13, 2012.

- Diniz, R.; Braga, L. C.; Del Vecchio, F. B. Perda de peso rápida em jovens competidores de taekwondo. *Scientia Medica*, V. 24, N. 1, P. 54-60, 2014.
- Ervilha, U. F.; Silva, V. F.; Araujo, R. C.; Mochizuki, L. Elite female tae kwon do athletes have faster reaction time and longer movement time than males during a striking kick. *Science of Martial Arts*, V. 10, N. 1, P. 1-9, 2014.
- Estevan, I.; Álvarez, O.; Falco, C.; Garcia, J. M. Impact force and time analysis influenced by execution distance in a roundhouse kick to the head in taekwondo. *National Strength Conditioning Association*, V. 25 N. 10, P.2851-2856, 2011.
- Estevan, I.; Falco, C. Mechanical analysis of the roundhouse kick according to height and distance in taekwondo. *Biology of Sport*, V. 30, N. 4, P. 275-9, 2013
- Falco, C.; Alvarez, O.; Castillo, I.; Estevan, I.; Martos, J.; Mugarra, F.; Iradi, A. Influence of the distance in a roundhouse kick's execution time and impact force in Taekwondo. *Journal of Biomechanics*, V. 43, N. 3, P. 24-108, 2009.
- Fernandes, F. M. Análise biomecânica do chute ap bal ap dolio tchagui do taekwondo realizado por iniciantes. 2012.
- Fernández, C. B.; Majolero, V. M.; Rodríguez, J. V.; Gomzálvez, C. M. T. Diferencias en el salto vertical y la velocidad de patada maegeri entre karatekas internacionales y nacionales. *Revista Artes Marciales Asiáticas*, V. 8, N. 1, P. 13-29, 2013.
- Franchini, E; Del Vecchio, F. B. D. Ensino de lutas: reflexões e propostas de programas. São Paulo, Scortecci, 2012.
- Junior, N. K. M. Karatê shotokan: biomecânica dos golpes do kumitê de competição. *EFDeportes.com, Revista Digital*. Buenos Aires, A.16, N.158, P. 1 2011.
- Kanazawa, H. The complete kumite: Karate Fighting Techniques. Kodancha International Ltda, 2004.
- Kim, Y. J.; Silva, E. Arte Marcial Coreana Taekwondo. Editora Thirê, V. 1, 1995.
- Machado, S. M.; Napoleone, F. M. G.; Paiva, L. M.; Silva, N. S.; Lima, A. P. L.; Osorio, R. A. L. Análise biomecânica dos músculos extensores e flexores do joelho, por meio do dinamômetro isocinético, em praticantes de artes marciais. *Revista Univap*, V. 18, N. 31, P. 5-12, 2012.
- Machado, S. M.; Souza, R. A.; Simão, A. P.; Jerônimo, D. P.; Silva, N. S.; Osório, R. A. L.; Magini, Marcio. Estudo comparativo de variáveis isocinéticas do joelho em atletas de taekwondo e kickboxing. *Fitness & Performance Journal*, V. 8, N. 6, P. 407-411, 2009.
- Martini, E. Análise energética do movimento de um chute de arte Marcial. 2012.

Milanez, V. F.; Dantas, J. L.; Christofaro, D. G. D.; Fernandes, R. A. Resposta da frequência cardíaca durante sessão de treinamento de karatê. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, V. 18, N. 1, P. 42-45, 2012.

Piemontez, G. R.; Martins, A. C. V.; Melo, S. I. L.; Ferreira, L.; Reis, N. F. Cinemática do chute semicircular no karatê: comparação entre as fase de ataque e retorno. *Revista da Educação Física UEM*, V. 24, N. 1, P. 51-59, 2013.

Portela, B. S.; Barbosa, M. R.; Cavazzoto, T. G.; Tartaruga, M. P. Kinematics analysis of the front kick with and without impact on traditional karate. *Science of martial arts*, V. 10, P. 47-51, 2014.

Quinzi, F.; Sbriccoli, P.; Alderson, J.; Maior, A.; Camomilla, V. Intra-limb coordination in karate kicking: Effect of impacting or not impacting a target. *Human Movement Science*, 2013.

Sant'ana, J.; Silva, J. F.; Guglielmo, L. G. A. Variáveis Fisiológicas Identificadas em Teste Progressivo Específico para Taekwondo. *Motriz*, V. 15, N. 3, P. 611-620, 2009.

Silva, L. P.; Trivia, R. C.; Reis, D. C.; Santos, S. G. Comparação dos impactos de um chute de taekwondo com um chute de karatê. *XII Congresso Brasileiro de Biomecânica*, P. 799-804, 2012.

Sorensen, H.; Zacho, M.; Simonsen, E. B.; Poulsen, P. D.; Klaisen, K. Dynamics of the martial arts high front kick. *Journal of Sports Sciences*, V. 14, P. 483-495, 1996.

Tobaja, D. M.; Ferraz, R. N.; Sesso, A. C.; Christofletti, K. Avaliação dos lutadores de muay thai. *5º Simpósio de Ensino de Graduação - UNIMEP*, 2007.

Turner, A. N. Strength and conditioning for muay thai athletes. *National Strength and Conditioning Association*, V. 31, N. 6, P. 78-92, 2009.

6. Anexo

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Dados de identificação

Título do Projeto: Análise cinemática e eletromiográfica do chute semicircular entre lutadores de *Taekwondo*, *Karatê* e *Muaythai*

Pesquisador Responsável: Rossano Diniz

Instituição a que pertence o Pesquisador Responsável: Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)

Telefone para contato: (53) 84074155

Nome do voluntário: _____

Idade: _____ anos R.G. _____

Responsável legal (quando for o caso): _____

R.G. Responsável legal: _____

O Senhor(a) está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa Análise cinemática e eletromiográfica do chute semicircular entre lutadores de *Taekwondo*, *Karatê* e *Muaythai* de responsabilidade do pesquisador Rossano Diniz. Trata-se de um estudo que objetiva analisar os parâmetros cinemáticos e eletromiográficos durante o chute semicircular realizado por atletas de TKD, KRT e MTH em distância autosselecionada com alvo fixo.

Antes de concordar em participar da pesquisa, é muito importante compreender as informações e instruções contidas neste documento. Os pesquisadores vão responder todas as duas dúvidas antes de sua decisão.

Sua participação é totalmente **VOLUNTÁRIA. NÃO É OBRIGATÓRIA.**

1- Por que a senhor(a) foi selecionado(a)? Você foi selecionado porque é praticante de taekwondo, muaythai ou karatê, e foi selecionado pela federação estadual de sua modalidade. Apresenta: i) idade superior a 18 anos e inferior a 35 anos, ii) é faixa preta ou equivalente em sua modalidade, e iii) não apresenta condição clínica, medicamente atestada, que impeça a prática de exercícios intermitentes.

2- O que eu preciso fazer? Sua participação envolverá:

Responder questionários com dados de identificação, participação nas avaliações e execução dos chutes propostos pelo estudo.

3- Eu posso desistir do estudo? Sim, você pode se retirar a qualquer momento, sem nenhum tipo de ônus.

4- Que benefícios eu posso ganhar da pesquisa? Você terá a oportunidade de verificar através de parâmetros biomecânicos a sua técnica do chute selecionado para o estudo. Verificar os resultados encontrados e comparar.

5- Que riscos eu posso correr? Os riscos apresentados pelo estudo são os que comumente

afetam os atletas de taekwondo, karatê e muaythai, ou seja, lesões no aparelho locomotor. Dentre eles, os principais são: estiramentos musculares, torções articulares e fratura nos pés. Apesar disto, os riscos das atividades são baixos, principalmente dos procedimentos de intervenção, já que não acontecerá contato físico entre atletas durante o processo de coleta de dados. Por fim, indica-se que todos os atletas serão orientados que a qualquer momento poderão abandonar as atividades propostas pelo estudo caso julguem necessário, e que, em caso de lesão, terão atendimento inicial e serão encaminhados ao serviço médico competente da universidade ou do sistema de saúde e desempenho. Você também receberá um relatório contendo sua avaliação física.

CONSENTIMENTO: foram claras as informações sobre este estudo, todas registradas neste Termo de consentimento. Os investigadores responderam a todas as perguntas. Portanto, se você concorda em participar do estudo, este Termo de Consentimento deverá ser assinado.

Salientamos que todas as **INFORMAÇÕES DE IDENTIFICAÇÃO PESSOAL FORNECIDAS** serão **CONFIDENCIAIS** e de conhecimento apenas dos pesquisadores responsáveis e de autoridades regulatórias. As pessoas participantes da pesquisa não serão identificadas em nenhum momento, mesmo quando os resultados desta pesquisa forem divulgados em qualquer formato de comunicação.

Sua identidade será mantida em sigilo absoluto no estudo, e apenas os dados relevantes serão utilizados exclusivamente para fins científicos. Você receberá uma cópia deste Termo onde consta o telefone do pesquisador principal e do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e/ou sua participação, agora ou a qualquer momento.

Consisto em participar do estudo Sim () Não ()

Eu, _____, RG nº _____ declaro ter sido informado e concordo em participar, como voluntário, do projeto de pesquisa acima descrito.

ou

Eu, _____, RG nº _____, responsável legal por _____, RG nº _____ declaro ter sido informado e concordo com a sua participação, como voluntário, no projeto de pesquisa acima descrito.

Pelotas, ____ de _____ de _____

Nome e assinatura do atleta ou seu responsável legal
consentimento

Nome e assinatura do responsável por obter o

Testemunha 1

Testemunha 2

QUESTIONÁRIO DE NÍVEL COMPETITIVO (KARATÊ)
Responda as questões com o máximo de atenção e seriedade.
AS QUESTÕES REFEREM-SE A SUA MODALIDADE E SEU NÍVEL COMPETITIVO.
A Escola Superior de Educação Física – UFPEL agradece a sua colaboração!

INFORMAÇÕES GERAIS

Data de hoje: ____/____/____.

Nome: _____

1. Idade _____anos.
2. Sexo: () masculino () feminino
3. Quantos anos você tinha quando iniciou a praticar Karatê? _____anos.
4. Quantos anos você tinha quando iniciou a competir no Karatê? _____anos.
5. Peso atual: _____Kg.
6. Altura: _____m.

7. Assinale o seu nível competitivo, marcando um “X” nas questões: em que apenas participou sem obter medalha, nas que obteve medalha e nas que nunca participou:

Competição Regional (municipal):

() participação sem medalha () obteve medalha () nunca participei

Competição estadual (campeonato gaúcho ou aberto a nível estadual):

() participação sem medalha () obteve medalha () nunca participei

Competição Nacional (campeonato brasileiro, seletiva seleção brasileira, open nacional):

() participação sem medalha () obteve medalha () nunca participei

Competição Internacional (sul-americano, pan-americano, mundial, internacional open)

() participação sem medalha () obteve medalha () nunca participei

8. Em quantas competições você lutou no último ano (2015 incluindo não oficiais) ? _____
9. Em quantas competições você obteve medalha no último ano (2015 incluindo não oficiais) ?

10. Qual chute você considera mais usado no Karatê?

11. Descreva o chute chamado Mawashi Geri no Karatê:

QUESTIONÁRIO DE NÍVEL COMPETITIVO (MUAY THAI)
Responda as questões com o máximo de atenção e seriedade.
AS QUESTÕES REFEREM-SE A SUA MODALIDADE E SEU NÍVEL COMPETITIVO.
A Escola Superior de Educação Física – UFPEL agradece a sua colaboração!

INFORMAÇÕES GERAIS

Data de hoje: ____/____/____.

Nome: _____

1. Idade _____anos.
2. Sexo: () masculino () feminino
3. Quantos anos você tinha quando iniciou a praticar Muay Thai? _____anos.
4. Quantos anos você tinha quando iniciou a competir no Muay Thai? _____anos.
5. Peso atual: _____Kg.
6. Altura: _____m.

7. Assinale o seu nível competitivo, marcando um “X” nas questões: em que apenas participou sem obter medalha, nas que obteve medalha e nas que nunca participou:

Competição Regional (municipal):

() participação sem medalha () obteve medalha () nunca participei

Competição estadual (campeonato gaúcho ou aberto a nível estadual):

() participação sem medalha () obteve medalha () nunca participei

Competição Nacional (campeonato brasileiro, seletiva seleção brasileira, open nacional):

() participação sem medalha () obteve medalha () nunca participei

Competição Internacional (sul-americano, pan-americano, mundial, internacional open)

() participação sem medalha () obteve medalha () nunca participei

8. Em quantas competições você lutou no último ano (2015 incluindo não oficiais) ? _____
9. Em quantas competições você obteve medalha no último ano (2015 incluindo não oficiais) ?

10. Qual chute você considera mais usado no Muaythai?

11. Descreva o chute chamado Tei Chiyang no Muaythai:

QUESTIONÁRIO DE NÍVEL COMPETITIVO (TAEKWONDO)
Responda as questões com o máximo de atenção e seriedade.
AS QUESTÕES REFEREM-SE A SUA MODALIDADE E SEU NÍVEL COMPETITIVO.
A Escola Superior de Educação Física – UFPEL agradece a sua colaboração!

INFORMAÇÕES GERAIS

Data de hoje: ____/____/____.

Nome: _____

1. Idade _____anos.
2. Sexo: () masculino () feminino
3. Quantos anos você tinha quando iniciou a praticar Taekwondo? _____anos.
4. Quantos anos você tinha quando iniciou a competir no Taekwondo? _____anos.
5. Peso atual: _____Kg.
6. Altura: _____m.

7. Assinale o seu nível competitivo, marcando um “X” nas questões: em que apenas participou sem obter medalha, nas que obteve medalha e nas que nunca participou:

Competição Regional (municipal):

() participação sem medalha () obteve medalha () nunca participei

Competição estadual (campeonato gaúcho ou aberto a nível estadual):

() participação sem medalha () obteve medalha () nunca participei

Competição Nacional (campeonato brasileiro, seletiva seleção brasileira, open nacional):

() participação sem medalha () obteve medalha () nunca participei

Competição Internacional (sul-americano, pan-americano, mundial, internacional open)

() participação sem medalha () obteve medalha () nunca participei

8. Em quantas competições você lutou no último ano (2015 incluindo não oficiais) ? _____
9. Em quantas competições você obteve medalha no último ano (2015 incluindo não oficiais) ?

10. Qual chute você considera mais usado no Taekwondo?

11. Descreva o chute chamado Bandal Tchagui no Taekwondo:

ARTIGO 1

Será submetida a revista JSCR

Distância, velocidade e impacto do chute semicircular em atletas de taekwondo, karatê e muaythai.

Título: DISTÂNCIA, VELOCIDADE E IMPACTO DO CHUTE SEMICIRCULAR EM ATLETAS DE TAEKWONDO, KARATÊ E MUAYTHAI

Título Curto: Desempenho do chute semicircular

Laboratório: Universidade Federal de Pelotas, Escola Superior de Educação Física

Autores, departamentos e instituições:

Rossano Diniz¹

Fabício Boscolo Del Vecchio¹

Henrique Bianchi Oliveira²

Gustavo Schaun¹

Elisa Portella¹

Edson Soares da Silva²

Andressa Formalioni¹

Paula Campelo¹

Leonardo Alexandre Peyré-Tartaruga²

Stephanie Santana Pinto¹

1 Escola Superior de Educação Física, Universidade Federal de Pelotas

2 Escola Superior de Educação Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Autor Correspondente:

Rossano Diniz

Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal de Pelotas (ESEF/UFPel)

Rua Luiz de Camões, 625 – Tablada

96055-630 Pelotas, RS, Brazil

Telefone: 55 53 3273-2752, Fax: 55 53 3273-3851 E-mail: rossanotkd@gmail.com

**DISTÂNCIA, VELOCIDADE E IMPACTO DO CHUTE SEMICIRCULAR EM ATLETAS
DE TAEKWONDO, KARATÊ E MUAYTHAI**

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19

1 **Resumo**

2 **Introdução:** O chute semicircular é utilizado no *Taekwondo* (TKD), *Karatê* (KRT) e
3 *Muaythai* (MTH), em função de sua eficiência técnica. No que diz respeito a trajetória e
4 ângulos articulares, parece que é executado de forma diferente entre essas modalidades.
5 O objetivo do presente estudo foi comparar a velocidade linear (5^o metatarso), velocidade
6 angular (joelho e quadril), impacto do chute e a distância autosselecionada durante o
7 chute semicircular entre os atletas de TKD, KRT e MTH. **Materiais e Métodos:** Quarenta
8 e sete atletas do sexo masculino voluntários, faixas pretas ou graduação anterior ou
9 equivalente realizaram o chute semicircular, sendo que 17 eram atletas de TKD (idade:
10 $23,65 \pm 1,23$ anos; estatura: $1,74 \pm 2,06$ m; massa corporal: $73,8 \pm 2,52$ kg), 15 atletas de
11 KRT (idade: $25,24 \pm 0,80$ anos; estatura: $1,78 \pm 1,43$ m; massa corporal: $71,3 \pm 3,59$ kg) e
12 15 atletas de MTH (idade: $27,97 \pm 1,25$ anos; estatura: $1,74 \pm 1,74$ m; massa corporal:
13 $74,8 \pm 2,57$ kg). Durante o chute foram analisados os seguintes parâmetros: a distância
14 autosselecionada do pé de apoio em relação ao alvo, a velocidade linear média (VLM5M)
15 e de pico (PVL5M) do 5^o metatarso, velocidade angular média (VAMQ) e de pico (PVAQ)
16 do quadril, velocidade angular média (VAMJ) e de pico (PVAJ) do joelho e a aceleração
17 linear do alvo (ALA) por impacto do chute. Para comparação dos dados cinemáticos entre
18 as diferentes modalidades foi utilizado o teste ANOVA *one-way*, com *post-hoc* de
19 Bonferroni ($\alpha=0,05$). **Resultados:** Encontrou-se diferença significativa entre os grupos
20 para a distância autosselecionada ($p<0,001$), em que os atletas de MTH escolheram
21 distâncias menores que os de TKD e KRT. Para VLM5M encontrou-se diferenças
22 significativas entre grupos ($p=0,001$), em que KRT teve maior velocidade que MTH. Para
23 VAMQ encontrou-se diferenças significativas entre os grupos ($p=0,011$), em que MTH
24 obteve maior velocidade que KRT. Para a PVAQ encontrou-se diferenças significativas

1 entre grupos ($p < 0,001$) em que MTH obteve maior velocidade que TKD e KRT. Para
2 VAMJ, PVAJ e ALA, não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos.

3 Palavras chaves: Taekwondo, Karatê, Muaythai, Chute semicircular, Biomecânica,
4 Velocidade do chute, Impacto do chute.

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

1 **Introdução**

2 Esportes de combate são amplamente praticados ao redor do mundo (FRANCHINI &
3 DEL VECCHIO, 2008) e correspondem a 25% do total de medalhas distribuídas nos
4 Jogos Olímpicos (FRANCHINI, 2007). Dentre as modalidades esportivas de combate
5 (MEC), existem aquelas caracterizadas como “*strike*”, nas quais os lutadores fazem uso
6 predominantemente de socos e chutes (BUSE, 2009). O chute semicircular é utilizado em
7 diversas modalidades, como no *Taekwondo* (TKD), *Karatê* (KRT) e *Muaythai* (MTH) e,
8 provavelmente, o mais frequente em função de sua eficiência técnica (FALCO et al., 2009;
9 PIEMONTEZ, 2013; MARTINI, 2012). No TKD, ele é conhecido como *Bandal Tchagui*,
10 chute semicircular executado com o peito do pé (KIM, 1995); no KRT, é denominado
11 como *Mawashi Geri*, chute semicircular realizado com o peito do pé (KANAZAWA, 2004),
12 e no MTH, é chamado de *Tei Chiyang*, o chute circular ao tronco, executado com a parte
13 distal da tíbia ou dorso do pé (DE CESARIS, 1995). Apesar da semelhança entre os
14 conceitos desse chute entre as diferentes MEC, parece que o mesmo é executado de
15 formas distintas entre elas, especialmente no que diz respeito à trajetória e ângulos
16 articulares.

17 Acredita-se que o aperfeiçoamento da técnica é relevante para ganhos de velocidade
18 em frações de segundos, que podem fazer a diferença no meio competitivo nas MEC e
19 essas adaptações podem ser mensuradas com uso de técnicas biomecânicas, como a
20 cinemetria (SILVA et al., 2012). Dessa forma, estudos sobre TKD, KRT e MTH indicaram
21 a relevância da análise biomecânica de gestos específicos, que auxilia a compreender a
22 trajetória dos golpes, buscando-se as melhores adaptações técnicas para ganhos de
23 velocidade e potência (MACHADO et al., 2009; JUNIOR, 2011; ESTEVAN et al., 2011).

1 Por outro lado, existe uma quantidade restrita de investigações sobre a biomecânica
2 dos movimentos em MEC (JUNIOR, 2011; MACHADO et al., 2012). Das investigações
3 existentes, poucas envolveram a comparação de movimentos entre MEC. Os estudos
4 encontrados abordaram análise de tempo e/ou velocidade linear do chute no TKD ou KRT
5 (PORTELA et al., 2014; ESTEVAN & FALCO, 2013; SILVA et al., 2012; FERNÁNDEZ et
6 al. 2013; PIEMONTEZ et al., 2013), velocidade angular no chute semicircular no TKD
7 (DETJARENY et al., 2012), impacto do chute, inferido por acelerometria (SILVA et al.,
8 2012) e força cinética em chute de TKD (CHENG et al., 2015). Entre as diversas MEC,
9 localizou-se apenas uma investigação que comparou atletas de TKD e KRT, a qual
10 analisou o chute semicircular entre as modalidades, a partir de medidas de acelerometria
11 e tempo dos chutes e foram encontradas diferenças entre os eixos x, y, z, sugerindo que
12 as técnicas usadas em ambas as modalidades têm trajetória diferentes (SILVA et al.,
13 2012).

14 Levando em conta as diferenças entre TKD, KRT e MTH, o presente estudo teve como
15 intuito verificar se o chute semicircular executado por praticantes destas modalidades, por
16 apresentarem padrões técnicos diferentes, ocasionam diferenças nos resultados de
17 alguns parâmetros biomecânicos. Sendo assim, o objetivo desse estudo foi comparar a
18 velocidade linear (5^o metatarso), velocidade angular (joelho e quadril), impacto do chute e
19 a distância autosselecionada durante o chute semicircular entre os atletas de TKD, KRT e
20 MTH

21 **Métodos**

22 Constituiu-se como estudo observacional, transversal que analisou o chute
23 semicircular de atletas do sexo masculino de TKD, KRT e MTH. O mesmo foi realizado no

1 setor de Biodinâmica da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da
2 Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

3 **Sujeitos**

4 Participaram do estudo 47 atletas voluntários, sendo 17 atletas de TKD, 15 atletas de
5 KRT e 15 atletas de MTH. Os mesmos foram recrutados segundo indicação das
6 federações que regulamentam estas modalidades no Rio Grande do Sul, mediante
7 contato prévio e apresentação do projeto aos dirigentes. Os atletas deveriam ser faixa
8 preta ou obter graduação anterior à preta, ou equivalente em suas modalidades, do sexo
9 masculino, e possuírem entre 18 e 35 anos. Todos os atletas leram e assinaram um termo
10 de consentimento livre e esclarecido e o estudo foi previamente aprovado pelo Comitê de
11 Ética local (CAAE: 50889715.9.0000.5313).

12 **Procedimentos do Estudo**

13 Foram agendadas reuniões com os dirigentes das federações de cada modalidade
14 para apresentação do projeto e justificativa da relevância do estudo. Logo após, cada
15 federação indicou os atletas para realização do estudo de acordo com os critérios de
16 inclusão.

17 Os atletas foram consultados sobre a participação voluntária e informados com
18 antecedência sobre todos os procedimentos do estudo. Eles também foram orientados a
19 não realizarem atividades físicas de alta intensidade nas 48 h antecedentes às coletas.
20 Cada grupo de MEC foi avaliado separadamente e os atletas, ao chegarem ao local das
21 avaliações, responderam um questionário adaptado sobre níveis competitivos (DINIZ et
22 al., 2014) e foram feitas medidas de massa corporal e estatura (DINIZ et al., 2014). Os
23 mesmos realizaram aquecimento de 5 min, composto por 20 s de *steps*, por três saltos

1 verticais, flexão alternada de quadril, ou chutes sucessivos por 5 s. Subsequentemente,
2 após secagem corporal, marcadores reflexivos foram posicionados nos pontos
3 cinemáticos de interesse e, em seguida, os participantes foram orientados a se
4 posicionarem na área de coleta de dados para iniciarem o procedimento de chutes. Cada
5 atleta realizou a escolha da distância ideal para realização do chute, distância
6 autosselecionada, que foi registrada e demarcada para que o atleta pudesse seguir a
7 mesma distância em todos os chutes (PIEMONTEZ et al., 2013). Cada atleta realizou três
8 chutes sob a orientação de execução com a máxima potência e técnica possível. O golpe
9 foi realizado com a perna de trás e o atleta escolheu o membro inferior dominante para a
10 execução. Para aplicação da técnica foi usado um alvo, simulador de lutas
11 BOOMBOXE®, e a altura do alvo foi ajustada à medida do tronco do atleta.

12 As coletas foram realizadas nas dependências da Sala do Centro Natatório da Escola
13 de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no setor de
14 biodinâmica.

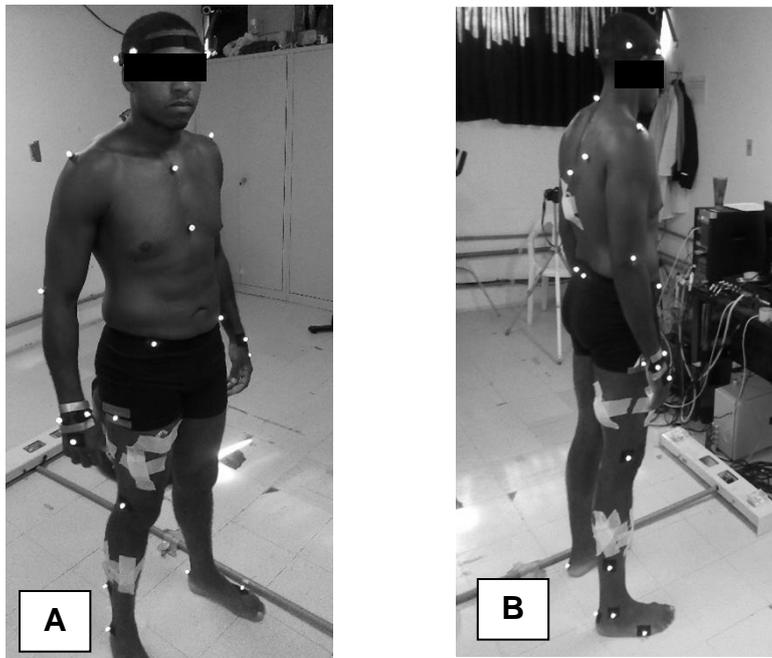
15 **Distância autosselecionada**

16 Cada atleta foi orientado a escolher a melhor distância para realização do chute com
17 técnica e potência máxima (ESTEVAN et al., 2011). Após o posicionamento do atleta, foi
18 medida com uma fita métrica a distância entre o pé de apoio até a base do alvo, e
19 marcada com fita crepe, para identificação do atleta a cada execução do chute.

20 **Velocidade do chute por cinemetria**

21 A captura das imagens foi empregada para análise dos pontos anatômicos, quadro a
22 quadro, para identificar sua trajetória no decorrer da imagem e assim determinar suas
23 coordenadas espaciais. Foi realizada reconstrução tridimensional das imagens

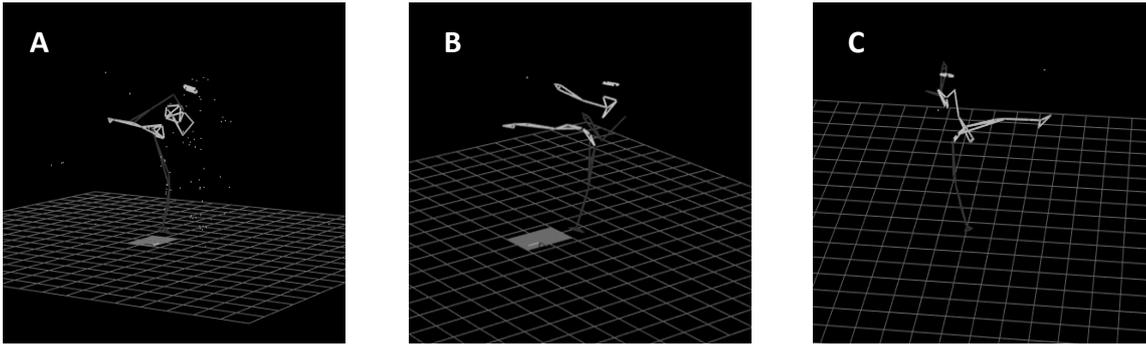
1 digitalizadas e com este procedimento as coordenadas adimensionais foram
2 reconvertidas em coordenadas métricas. Foram digitalizados 18 marcadores reflexivos de
3 cada lado do corpo (totalizando 36 marcadores), colocados em pontos anatômicos de
4 interesse (Figura 1), e cada marcador reflexivo foi filmado por, pelo menos, duas câmeras.
5 Para isto, empregou-se sistema de análise de movimento tridimensional (Vicon Motion
6 Capture System, Los Angeles-EUA) composto por seis câmeras infravermelho com
7 frequência de amostragem de 200 Hz (3 Bonita™, Los Angeles- EUA e 3 Bonita10™, Los
8 Angeles-EUA) a cada lado do corpo para possibilitar a posterior reconstrução das
9 coordenadas (*software* NEXUS 1.8).



10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23 Figura 1. Marcadores refletivos para digitalização de imagem. A: Plano Frontal. B: Plano
24 Sagital.

25
26
27
28
29
30
31

1
2
3
4
5
6
7



8 Figura 2. Reconstrução tridimensional com Sistema Vicon™ para análise do chute. Painel A: imagem 3D,
9 atleta de TKD; Painel B: Imagem 3D, Atleta de KRT; Painel C: Imagem 3D, atleta de MTH.

10 Média e pico da velocidade linear do 5º metatarso

11 Para aferir a velocidade linear do chute, escolheu-se o ponto cinemático do 5º
12 metatarso a fim de estimar o momento em que o pé perdeu o contato com o solo, como
13 ponto inicial da coleta de dados e o contato com o alvo, como o ponto final. Foram
14 aferidas a velocidade linear média do 5º metatarso (VLM5M) e o pico de velocidade do 5º
15 metatarso (PVL5M) em m/s.

16 Média e pico da velocidade angular

17 Para análise da velocidade angular do chute semicircular foram escolhidas as
18 articulações do quadril e joelho. Foram aferidas a média (VAMQ) e o pico (PVAQ) de
19 velocidade angular do quadril e a média (VAMJ) e o pico (PVAJ) de velocidade angular do
20 joelho em °/s.

21 Impacto do chute

22 Para aferir o impacto do chute, foi inserido um ponto refletivo na cabeça do *Bob* e
23 verificou-se a aceleração linear deste marcador após o impacto do chute sobre o alvo. A
24 aceleração linear do alvo (ALA) foi aferida em m/s².

1 **Filmagem, Escolha do Chute e Consultor Técnico**

2 Durante a execução dos três chutes para coleta de dados, os golpes foram filmados
3 com câmera digital de alta frequência, para análise do melhor chute. O chute foi escolhido
4 por um consultor técnico (CT), o qual realizou análise dos três golpes de cada atleta e
5 apontou o mais adequado em relação à técnica específica de cada MEC. Para cada MEC,
6 escolheu-se um CT qualificado com graduação de faixa preta ou equivalente, com
7 experiência em bancas examinadoras de troca de faixas ou equivalente. O chute
8 escolhido pelo CT foi usado para análise estatística dos dados.

9 Para filmagem dos chutes e subsequente avaliação do CT foi usada uma câmera
10 digital (Canon™ Power Shot SX50 HS), com filmagem em alta definição e velocidade de
11 gravação a 120 fps. A câmera foi posicionada no plano sagital contralateral em relação ao
12 membro inferior dominante, a 2 m diagonal entre o atleta e o simulador.

13



14

15 Figura 3. Exemplo de imagem no plano sagital que foi usada para análise pelos Consultores Técnicos de
16 cada MEC.

17

1 **Tratamento de dados**

2 **Cinemática**

3 Os sinais exportados do *software* Nexus 1.8.2 formaram matrizes no formato .txt com
4 as seguintes variáveis: posição espacial nos eixos x, y e z do marcador do 5º metatarso e
5 posições angulares das articulações do quadril e do joelho. Essas matrizes foram os
6 dados de entrada na rotina construída no *software* LabView 2014 (*National Instruments*,
7 Austin-USA). Os dados foram inicialmente filtrados com filtro *Butterworth* de 5ª ordem,
8 passa baixa de 7 Hz. Após, para obtenção das variáveis de velocidade linear (média e
9 pico do ponto do 5º metatarso) e angular (média e pico das articulações do quadril e do
10 joelho), foi realizada a derivada dos dados de posição.

11 **Análise estatística**

12 Os dados foram reportados através de estatística descritiva (média \pm desvio padrão).
13 Testes de *Shapiro-Wilk* e *Levene* foram realizados para verificar a normalidade dos dados
14 e homogeneidade das variâncias, respectivamente. Para comparação dos dados
15 cinemáticos entre as diferentes MEC foi utilizado o teste ANOVA *one-way*, com *post-hoc*
16 de Bonferroni ($\alpha=0,05$). Os dados foram processados no pacote estatístico SPSS 22.0.

17 **Resultados**

18 **Amostra**

19 A caracterização da amostra por modalidade, quanto a idade, estatura, massa corporal
20 e tempo de prática é apresentada na tabela 1. Os atletas de TKD possuíam nível
21 competitivo com experiência de competições nacionais, e eram todos faixas preta, no
22 KRT 13 atletas eram faixas preta e dois faixas marrom, todos com experiência em
23 competições nacionais. No grupo MTH, 11 atletas eram do 11º *Kruang*, graduação

1 equivalente a faixa preta, e quatro atletas eram 10^o *Kruang*, todos com experiência
2 nacional em competições.

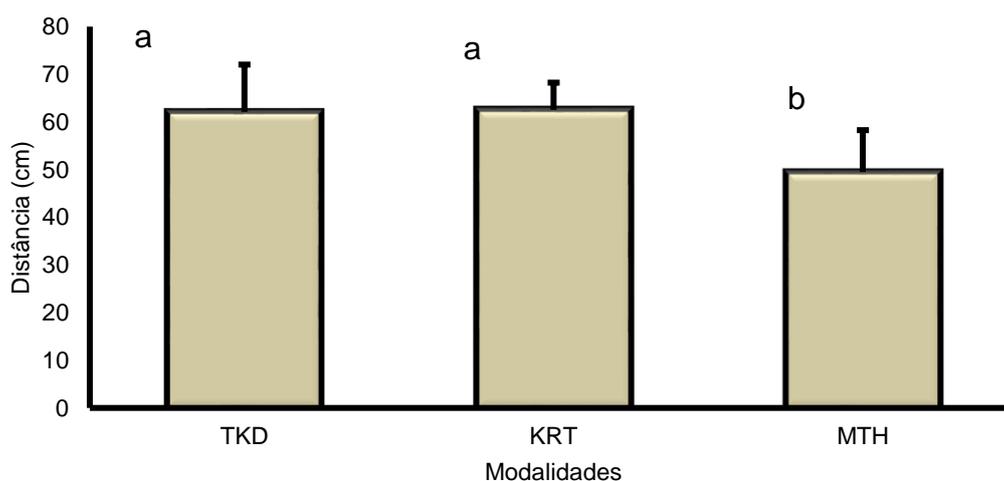
3 **Tabela 1.** Valores de média e desvio padrão das variáveis de caracterização da
4 amostra.

	Taekwondo (n=17)	Karatê (n=15)	Muaythai (n=15)	p
Idade (anos)	23,65 ± 1,23 ^a	25,24 ± 0,80 ^{ab}	27,97 ± 1,25 ^b	0,036
Estatura (m)	1,74 ± 2,06	1,78 ± 1,43	1,75 ± 1,74	0,233
Massa Corporal (kg)	73,8 ± 2,52	71,3 ± 3,59	74,8 ± 2,57	0,203
Tempo de Prática (anos)	12,18 ± 1,47 ^a	11,21 ± 0,89 ^a	8 ± 1,08 ^b	0,044

5 **Letras diferentes representam diferenças significativas entre os grupos.**

6 **Distância autosselecionada**

7 A figura 4 apresenta os valores da distância autosselecionada para os atletas dos
8 grupos de TKD, KRT e MTH. Houve diferença entre os grupos ($p < 0,001$) e o teste *post-*
9 *hoc* de Bonferroni demonstrou que os atletas de TKD e KRT foram semelhantes, e o
10 grupo de MTH exibiu valores inferiores ao TKD e KRT.



11

12 Figura 4. Média e desvio padrão da distância autosselecionada dos atletas de TKD, KRT e MTH durante o
13 chute semicircular. Letras minúsculas distintas representam diferenças significativas entre os grupos.

1 **Velocidade linear do 5º metatarso**

2 Para a VLM5M e PVL5M houve diferença significativa entre os grupos ($p=0,001$). O
3 teste *post-hoc* de Bonferroni demonstrou que o KRT apresentou valores
4 significativamente mais altos que o grupo MTH. O grupo TKD apresentou valores
5 semelhantes dessa variável aos encontrados nos grupos KRT e MTH.

6 Para o PVL5M foram encontradas diferenças significativas ($p<0,001$) dos grupos TKD
7 e MTH em comparação ao KRT, sendo que TKD e MTH apresentaram valores
8 semelhantes e significativamente menores do PVL5M quando comparados ao KRT. A
9 Tabela 2 apresenta os resultados destas variáveis entre os três grupos.

10 **Velocidade angular do quadril e do joelho**

11 Para VAMQ e PVAQ houve diferença significativa entre os grupos. O teste *post-hoc* de
12 Bonferroni demonstrou que o MTH apresentou valores significativamente mais altos que o
13 grupo de KRT. O grupo TKD apresentou valores semelhantes dessa variável aos
14 encontrados nos grupos KRT e MTH.

15 Para o PVAQ foram encontradas diferenças significativas dos grupos TKD e KRT em
16 comparação ao MTH, sendo que TKD e KRT apresentaram valores semelhantes e
17 significativamente menores do PVAQ quando comparados ao MTH. Para VAMJ e PVAJ
18 não houve diferença significativa entre os grupos. A Tabela 2 apresenta os resultados
19 dessas variáveis entre os três grupos.

20

21 **Aceleração Linear do alvo por impacto do chute**

1 Para ALA não houve diferença significativa entre os grupos. A Tabela 2 apresenta os
2 resultados dessa variável entre os três grupos.

3 **Tabela 2.** Valores de média e desvio padrão das variáveis velocidade linear média (VLM5M) e de pico
4 (PVL5M) do 5º metatarso, velocidade angular média (VAMQ) e de pico do quadril (PVAQ), velocidade
5 angular média (VAMJ) e de pico do joelho (PVAJ) e aceleração do alvo por impacto (ALA) durante o chute
6 semicircular nos grupos de *Taekwondo* (TKD), *Karatê* (KRT) e *Muaythai* (MTH).

	TKD		KRT		MTH		P
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
VLM5M (m/s)	3,83 ^{ab}	±0,59	4,31 ^b	±0,62	3,34 ^a	±0,70	0,001
PVL5M (m/s)	7,96 ^a	±1,18	9,21 ^b	±1,22	6,93 ^a	±1,40	<0,001
VAMQ (°/s)	80,04 ^{ab}	±32,30	70,62 ^b	±19,31	103,26 ^a	±33,07	0,011
PVAQ (°/s)	167,45 ^a	±38,36	141,64 ^a	±39,90	219,38 ^b	±53,84	<0,001
VAMJ (°/s)	63,49	±36,76	78,18	±44,69	71,40	±38,97	0,599
PVAJ (°/s)	141,74	±73,24	182,98	±91,55	162,94	±81,57	0,389
ALA (m/s ²)	144,67	±45,62	143,69	±37,05	177,48	±74,76	0,171

7 Letras minúsculas representam diferenças significativas entre os grupos. VLM5M: Velocidade linear do 5º
8 metatarso, PVL5M: Pico da velocidade linear do 5º metatarso, VAMQ: Velocidade angular média de quadril,
9 PVAQ: Pico de velocidade angular do quadril, VAMJ: Velocidade angular média do joelho, PVAJ: Pico de
10 velocidade angular do joelho, ALA: Aceleração linear do alvo.

11

12 **Discussão**

13 A proposta da presente investigação foi verificar a distância autosselecionada, média e
14 pico da velocidade linear do 5º metatarso, média e pico da velocidade angular de quadril e
15 joelho, do momento de partida até o contato do chute com o alvo e a aceleração do alvo
16 pelo impacto do chute semicircular em atletas de TKD, KRT e MTH.

17 Quanto à distância autosselecionada o presente estudo constatou que atletas de TKD
18 e KRT obtiveram resultados semelhantes ($62,12 \pm 9,92$ cm vs. $62,55 \pm 5,7$ cm). Para os
19 atletas de MTH foram encontradas distâncias significativamente menores que as outras
20 MEC investigadas ($49,5 \pm 8,78$ cm). Um estudo, com 43 atletas de TKD com experiência

1 em competições nacionais e internacionais, investigou variáveis cinéticas e cinemáticas
2 do chute semicircular em três diferentes distâncias, a distância igual ao comprimento do
3 membro inferior, 1/3 abaixo e 1/3 acima desta distância (FALCO et al., 2009). A média da
4 distância 1/3 abaixo do comprimento da perna foi a que esteve mais próxima dos achados
5 do presente estudo (69 cm). Já a distância média (comprimento da perna) foi de 1,03 m e
6 a distância 1/3 acima do comprimento da perna foi de 1,37 m. Levando em conta que a
7 média de altura dos atletas era semelhante à do presente estudo ($1,73 \pm 0,15$ m), parece
8 que a distância autosselecionada e a distância baseada no comprimento do membro
9 inferior não se assemelham. Outro estudo, com 10 atletas de KRT do sexo masculino,
10 com graduação entre faixa roxa e preta, investigou a distância inicial entre o pé do chute e
11 o alvo e encontrou uma distância média de 184 ± 205 cm (OLIVEIRA et al., 2009). Nesse
12 caso a distância foi medida pelo pé do chute, que no caso foi posicionado atrás, desta
13 forma, a distância foi maior porque os achados do presente estudo foram aferidos pelo pé
14 de apoio, que é o que fica à frente, sendo assim, mais próximo ao alvo.

15 A presente investigação constatou os seguintes valores para VLM5M dos atletas de
16 TKD, KRT e MTH, respectivamente: $3,83 \pm 0,59$ m/s, $4,31 \pm 0,62$ m/s e $3,34 \pm 0,70$ m/s.
17 Um estudo com atletas de KRT, faixa marrom e preta, investigou a VLM5M e foram
18 encontrados resultados diferentes do presente achado para o chute frontal, sem e com
19 impacto (PORTELA et al., 2014). Os resultados encontrados foram de $10,70 \pm 1,93$ m/s
20 para o chute com impacto, que é o chute no mesmo formato que o presente estudo.
21 Parece que a diferença entre esses valores e aos achados do presente estudo está ligada
22 diretamente ao fato dos chutes serem diferentes e possuírem também trajetórias distintas.
23 No TKD, estudo de SULLIVAN & FIFE (2015) aferiu a velocidade linear do chute e foram
24 encontrados resultados semelhantes aos de PORTELA et al. (2014), em que a velocidade
25 do chute semicircular de atletas de nível de seleção nacional universitária foi de $10,9 \pm 0,5$

1 m/s. Outro estudo com atletas de TKD, faixas pretas de seleção nacional tailandesa,
2 encontrou resultados de velocidade máxima do chute semicircular de $7,36 \pm 1,02$ m/s para
3 atletas adultos e $8,16 \pm 0,7$ m/s para jovens (DETJARENY et al., 2012). Os resultados
4 parecem próximos aos achados do presente estudo para PVL5M para os atletas de TKD
5 ($7,96 \pm 1,18$ m/s), KRT ($9,21 \pm 1,22$ m/s) e MTH ($6,93 \pm 1,40$ m/s).

6 Quanto ao PVAQ e PVAJ, o estudo de DETJARENY et al. (2012) encontrou valores
7 superiores aos encontrados no presente estudo em que o PVAQ foi de $282,7 \pm 26,2$ %/s
8 para adultos e $259,1 \pm 39,2$ %/s para jovens, ao passo que o PVAJ foi de $797,9 \pm 136,3$ %/s
9 para adultos e $874,3 \pm 85,2$ %/s para jovens. Na presente investigação, a PVAQ para
10 atletas de TKD foram ($167,45 \pm 38,36$ %/s), no KRT ($141,64 \pm 39,90$ %/s) e no MTH ($219,38$
11 $\pm 53,84$ %/s). A PVAJ foi no TKD ($141,74 \pm 73,24$ %/s), no KRT ($182,98 \pm 91,55$ %/s) e no
12 MTH ($162,94 \pm 81,57$ %/s).

13 Outro estudo com karatecas, os quais eram ranqueados internacionalmente e faixas
14 pretas na modalidade, investigou dados de PVAQ e PVAJ e os resultados encontrados
15 foram $492,74 \pm 57,30$ °/s para PVAQ e $847,97 \pm 40,1$ %/s para o PVAJ (QUINZI et al.,
16 2013). Provável explicação para os melhores resultados dos atletas tailandeses
17 (DETJARENY et al., 2012) e dos karatecas (QUINZI et al., 2013), em relação aos
18 achados do presente estudo, seja o nível de experiência dos atletas de seleção nacional,
19 com experiência internacional. Os atletas do presente estudo são de seleção estadual,
20 com experiência nacional. Corroborando essa hipótese, o estudo de FERNÁNDEZ et al.
21 (2013) comparou o tempo de chute de atletas de KRT em um grupo com experiência
22 internacional e outro com experiência nacional e constatou que os atletas internacionais
23 obtiveram resultados significativamente melhores do que os lutadores nacionais.

1 Referente a ALA, em um estudo com atletas de TKD faixas pretas, foram aferidas
2 medidas de impacto do chute por aceleração do alvo, em que os pesquisadores
3 verificaram a aceleração angular do marcador reflexivo posicionado no alvo ao sofrer
4 impacto do chute (CHENG et al., 2015). O golpe usado foi o chute giratório (CG) ou chute
5 giratório com salto (CGS). Foram encontradas diferenças nos resultados de aceleração
6 angular entre os chutes. Os resultados foram $180,75 \pm 35,47 \text{ rad.s}^{-2}$ para o CG e $149,99 \pm$
7 $28,64 \text{ rad.s}^{-2}$ para CGS. Os valores do presente estudo, em ALA, foram, de $144,67 \pm 45,62$
8 m/s^2 no TKD, $143,69 \pm 37,05 \text{ m/s}^2$ no KRT e $177,48 \pm 74,76 \text{ m/s}^2$ no MTH. Apesar das
9 pequenas diferenças entre as medidas e tipo de chute, parece que estimar o impacto do
10 chute, verificando a aceleração do ponto cinemático posicionado ao alvo, é uma
11 estratégia adequada (CHENG et al., 2015).

12 Destaca-se nos achados dessa investigação a ausência de diferença significativa dos
13 resultados de ALA entre as modalidades e os resultados de VLM5M superiores nos
14 atletas de KRT em relação ao MTH. Esses resultados podem ser interpretados de
15 diversos modos, com base nos resultados da distância autosselecionada, em que os
16 atletas de TKD e KRT obtiveram valores maiores que MTH. Ao verificar os resultados do
17 estudo de FALCO et al. (2009), no qual foram aferidas variáveis de força de impacto (FI) e
18 tempo de execução (TE) em três diferentes distâncias - curta, média e longa - os
19 resultados indicam que maiores distâncias ocasionam chutes com maior força de impacto
20 e que menores distâncias ocasionam menor tempo de execução do chute semicircular. Ao
21 refletirmos sobre essas conclusões, em relação aos resultados do presente estudo no que
22 se refere a ALA por impacto do chute, parece que os atletas de MTH podem ter impacto
23 do chute maior do que TKD e KRT, visto que atletas de MTH, usando menor distância,
24 obtiveram resultados iguais. Por outro lado, no que se refere à VLM5M, os atletas de TKD
25 e MTH obtiveram resultados semelhantes e distâncias diferentes, sendo que TKD foi

1 maior que MTH. Parece que os atletas de TKD, por usarem a maior distância, podem ter
2 maior VLM5M que MTH. Os valores dos atletas de KRT também seriam potencializados
3 com base nessas reflexões em relação ao MTH, por conta da maior distância do chute.
4 Entretanto, outras investigações devem ser realizadas com vistas ao melhor entendimento
5 da relação entre distância do alvo, ALA e VLM5M.

6 **Conclusão**

7 O presente estudo conclui que atletas de MTH apresentaram menor distância
8 autosselecionada para realização do chute semicircular. Os atletas de MTH obtiveram
9 melhores resultados de VAMQ que atletas de KRT e para o PVAQ foram melhores que
10 TKD e KRT. Não foram encontradas diferenças significativas para as variáveis VAMJ,
11 PVAJ e ALA.

12 No entanto, ao refletirmos sobre estas variáveis com base nos resultados de distância
13 autosselecionada, é possível que para ALA os atletas de MTH tenham seus resultados
14 potencializados em relação aos atletas de TKD e KRT, pois, os mesmos escolheram
15 distâncias menores e mesmo assim obtiveram resultados semelhantes para esta variável.

16 O mesmo ocorre com a variável VLM5M, em que, os atletas de TKD e KRT,
17 escolheram distâncias maiores e podem ter seus resultados potencializados em relação
18 aos lutadores de MTH, que mesmo estando em distâncias menores, não realizaram o
19 chute com maior velocidade.

20 **Aplicações práticas**

21 Ao executar um chute, a distância entre o atleta e o alvo pode determinar a velocidade
22 e o impacto do golpe. Indica-se que atletas de MEC priorizem o controle de distância
23 durante o treinamento e combate, a fim de otimizar os resultados dos chutes.

1 REFERÊNCIAS

- 2 1. Buse, GJ. Kickboxing. In: Kordi R, Maffuli N, Wroble RR, Wallace WA, editors. Combat Sports
3 Medicine 331-350, 2009.
- 4 2. Cheng, KB, Wang, YH, Kuo, SY, Huang, YC. Perform kicking with or without jumping: joint
5 coordination and kinetic differences between Taekwondo back kicks and jumping back kicks. Journal
6 of Sports Sciences 33:1614-21, 2015.
- 7 3. De Cesaris, M. Boxe Thailandese: Muay Thai, 1995.
- 8 4. Detjanery, T, Limroongreungrat, W, Sinphurmsukskul, O, Pinthong, M. Kinematic differences of
9 taekwondo roundhouse kick between thailand national and youth national athletes. Annual
10 Conference of Biomechanics in Sports, V. 13, 2012.
- 11 5. Diniz, R, Braga, LC, Del Vechio, FB. Perda de peso rápida em jovens competidores de taekwondo.
12 Scientia Medica 24:54-60, 2014.
- 13 6. Estevan, I, Álvarez, O, Falco, C, Garcia, JM. Impact force and time analysis influenced by execution
14 distance in a roundhouse kick to the head in taekwondo. National Strength Conditioning Association
15 25:2851-6, 2011.
- 16 7. Estevan, I, Falco, C. Mechanical analysis of the roundhouse kick according to height and distance in
17 taekwondo. Biology of Sport 30:275-9, 2013.
- 18 8. Falco, C, Alvarez, O, Castillo, I, Estevan, I, Martos, J, Mugarra, F, Iradi, A. Influence of the distance
19 in a roundhouse kick's execution time and impact force in Taekwondo. Journal of Biomechanics
20 43:242-8, 2009.
- 21 9. Fernández, CB, Majolero, VM, Rodríguez, JV, Gomzálvez, CMT. Diferencias en el salto vertical y la
22 velocidad de patada maegeri entre karatekas internacionales y nacionales. Revista Artes Marciales
23 Asiáticas 8:13-29, 2013.
- 24 10. Franchini, E. As modalidades de combate nos Jogos Olímpicos. In: Universidade e estudos
25 olímpicos. Barcelona: Centre d'Estudis Olímpics 1:716-724, 2007.

- 1 11. Franchini, E, Del Vecchio, FB. O desempenho do Brasil nas modalidades de combate nos Jogos
2 Pan-americanos Rio 2007 e as perspectivas para Beijing 2008. *Lecturas: Educación Física y*
3 *Deportes* 13:1-7, 2008.
- 4 12. Junior, NKM. Karatê shotokan: biomecânica dos golpes do kumitê de competição.
5 *EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires, A.16, N.158, P. 1, 2011.*
- 6 13. Kanazawa, H. *The complete kumite: Karate Fighting Techniques*, 2004.
- 7 14. Kim, YJ, Silva, E. *Arte Marcial Coreana Taekwondo*, 1995.
- 8 15. Machado, SM, Napoleone, FMG, Paiva, LM, Silva, NS, Lima, APL, Osorio, RAL. Análise
9 biomecânica dos músculos extensores e flexores do joelho por meio do dinamômetro isocinético em
10 praticantes de artes marciais. *Revista Univap* 18:5-12, 2012.
- 11 16. Machado, SM, Souza, RA, Simão, AP, Jerônimo, DP, Silva, NS, Osório, RAL, Magini, M. Estudo
12 comparativo de variáveis isocinéticas do joelho em atletas de taekwondo e kickboxing. *Fitness &*
13 *Performance Journal* 8:407-411, 2009.
- 14 17. Martini, E. Análise energética do movimento de um chute de arte marcial. Trabalho de conclusão de
15 curso, Universidade do estado de Santa Catarina, Joinville, 2012.
- 16 18. Oliveira, LM, Barbieri, FA, Gobbi, LTB, Drigo, AJ. Simetria intermembros no desempenho do chute
17 mae-geri do karatê. *Rev Bras Ciên Mov* 16:1-13, 2009.
- 18 19. Piemontez, GR, Martins, ACV, Melo, SIL, Ferreira, L, Reis, NF. Cinemática do chute semicircular
19 no karatê: comparação entre as fases de ataque e retorno. *Revista da Educação Física UEM* 24:51-
20 59, 2013.
- 21 20. Portela, BS, Barbosa, MR, Cavazzoto, TG, Tartaruga, MP. Kinematics analysis of the front kick with
22 and without impact on traditional karate. *Science of martial arts* 10:47-51, 2014.
- 23 21. Quinzi, F, Sbriccoli, P, Alderson, J, Maior, A, Camomilla, V. Intra-limb coordination in karate kicking:
24 Effect of impacting or not impacting a target. *Human Movement Science* 33:108-19, 2013.

1 22. Silva, LP, Trivia, RC, Reis, DC, Santos, SG. Comparação dos impactos de um chute de taekwondo
2 com um chute de karatê. XII Congresso Brasileiro de Biomecânica, P. 799-804, 2012.

3 23. Sullivan, DO, Fife, GP. Biomechanical performance factors for development of minimum disability
4 requirements in para-taekwondo – part 1. Cent. Eur. J. Sport Sci. Med 11:63–69, 2015.

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27

ARTIGO 2

Será submetida a revista JEK

Respostas cinemáticas e neuromusculares do chute semicircular em atletas de taekwondo, karatê e muaythai

1 **RESPOSTAS CINEMÁTICAS E NEUROMUSCULARES DO CHUTE SEMICIRCULAR**
2 **EM ATLETAS DE TAEKWONDO, KARATÊ E MUAYTHAI**

3 Rossano Diniz¹, Fabrício Boscolo Del Vecchio¹, Henrique Bianchi Oliveira², Gustavo
4 Schaun¹, Elisa Portella¹, Edson Soares da Silva², Andressa Formalioni¹, Paula Campelo¹,
5 Leonardo Alexandre Peyré-Tartaruga² & Stephanie Santana Pinto¹

6
1 Escola Superior de Educação Física, Universidade Federal de Pelotas

2 Escola Superior de Educação Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Autor Correspondente:

Rossano Diniz

7 Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal de Pelotas (ESEF/UFPel)

8 Rua Luiz de Camões, 625 – Tablada

9 96055-630 Pelotas, RS, Brazil

10 Telefone: 55 53 3273-2752

11 Fax: 55 53 3273-3851

12

13

14

15

16

17

18

19

20

1 RESUMO

2 **Introdução:** As Modalidades Esportivas de Combate (MEC) empregam diferentes ações
3 motoras, dentre elas, socos e chutes. O chute semicircular é utilizado nas modalidades de
4 *Taekwondo* (TKD), *Karatê* (KRT) e *Muaythai* (MTH). A biomecânica pode ter um papel
5 fundamental para verificar adaptações técnicas e assim potencializar valores de atividade
6 muscular e trajetória do chute por ângulos articulares. O objetivo do presente estudo foi
7 comparar as respostas cinemáticas e neuromusculares do chute semicircular entre atletas
8 das MEC TKD, KRT e MTH. **Materiais e Métodos:** Atletas do sexo masculino voluntários,
9 faixas pretas ou graduação anterior ou equivalente realizaram o chute semicircular, sendo
10 que foram 17 atletas de TKD (idade: $23,65 \pm 1,23$ anos; estatura: $1,74 \pm 2,06$ m; massa
11 corporal: $73,8 \pm 2,52$ kg), 15 atletas de KRT (idade: $25,24 \pm 0,80$ anos; estatura: $1,78 \pm$
12 $1,43$ m; massa corporal: $71,3 \pm 3,59$ kg) e 15 atletas de MTH (idade: $27,97 \pm 1,25$ anos;
13 estatura: $1,74 \pm 1,74$ m; massa corporal: $74,8 \pm 2,57$ kg). O sinal eletromiográfico (EMG)
14 foi coletado nos músculos *reto femoral* (RF), *vasto lateral* (VL), *tibial anterior* (TA), *bíceps*
15 *femoral* (BF), *gastrocnêmio lateral* (GL) e *erector da espinha* (EE) e normalizados por
16 contração isométrica voluntária máxima (CIVM). Os dados cinemáticos foram coletados
17 com Sistema Vicon™ para reconstrução de imagem tridimensional. Para comparação dos
18 dados EMG entre as diferentes MEC foi utilizado o teste *Kruskal-Wallis*, com correção de
19 Bonferroni. Para comparação dos dados cinemáticos entre as diferentes fases do chute e
20 as diferentes MEC, foi utilizado o teste ANOVA para medidas repetidas com fator grupo e
21 *post-hoc* de Bonferroni ($\alpha=0,05$). **Resultados:** Para os músculos RF, VL, BF, GL, EE não
22 houve diferença significativa no percentual de ativação muscular durante a execução do
23 chute semicircular entre os grupos. Para o músculo TA foram encontradas diferenças
24 significativas ($p=0,001$), entre os atletas de KRT, os quais obtiveram menor ativação
25 muscular, em comparação aos de TKD ($p=0,010$) e MTH ($p<0,001$). Não foram
26 encontradas diferenças significativas para o ângulo do quadril em nenhuma das fases do
27 chute. Foram encontradas diferenças significativas para os dados cinemáticos da
28 articulação do joelho na fase 3 entre TKD e MTH e articulação do tornozelo nas quatro
29 fases, em que o KRT foi diferente significativamente que TKD e MTH. **Conclusão:** Os
30 principais achados para o sinal EMG foram diferenças significativas entre os grupos
31 apenas para o músculo TA, em que o KRT obteve menores resultados que TKD e MTH.
32 Para os dados cinemáticos foram encontradas diferenças significativas para os ângulos

1 articulares de joelho, em que o TKD demonstrou maior extensão durante o impacto e para
2 o tornozelo, em que o KRT demonstrou maior inversão que TKD e MTH.

3
4 **Palavras chave:** Taekwondo, Karatê, Muaythai, Eletromiografia, Cinemática,
5 Biomecânica.
6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

1. Introdução

As Modalidades Esportivas de Combate (MEC) empregam diferentes ações motoras, dentre elas, socos e chutes estão entre as mais comuns (FRANCHINI e DEL VECCHIO, 2012). O chute semicircular é um golpe comum estre no *Taekwondo* (TKD), (KIM, 1995), *Karatê* (KRT) (KANAZAWA, 2004) e *Muaythai* (MTH) (DE CESARIS, 1995). O chute semicircular é frequentemente usado por atletas destas modalidades, provavelmente em função de sua eficiência técnica (FALCO et al., 2009; PIEMONTEZ, 2013; MARTINI, 2012). No entanto, não há estudos que avaliaram, simultaneamente, o perfil cinemático e eletromiográfico desta técnica com praticantes dessas três modalidades.

Adaptações para o aperfeiçoamento da técnica são relevantes na busca da eficiência na aplicação dos golpes, a qual pode fazer a diferença no meio competitivo em MEC (DEL VECCHIO et al., 2011). Essas adaptações podem ser verificadas a partir da utilização de técnicas, tal como a cinemetria e a eletromiografia (SILVA et al., 2012). Estudos em TKD, KRT e MTH indicaram a relevância da biomecânica na prática dos exercícios que, dentre as possibilidades, auxilia a compreender as trajetórias dos golpes, buscando-se as melhores adaptações técnicas para ganhos de velocidade e potência (MACHADO et al., 2009; JUNIOR, 2011; ESTEVAN et al., 2011).

Por outro lado, existe uma quantidade restrita de estudos sobre a biomecânica dos movimentos em MEC (JUNIOR, 2011; MACHADO et al., 2012). Das investigações encontradas, poucas envolviam a comparação de movimentos entre modalidades. A maioria dos estudos encontrados abordou análise de variáveis de desempenho, como tempo e/ou velocidade linear do chute no TKD ou KRT (PORTELA et al., 2014; ESTEVAN & FALCO, 2013; SILVA et al., 2012; FERNÁNDEZ et al. 2013; PIEMONTEZ et al., 2013), velocidade angular no chute semicircular no TKD (DETJARENY et al., 2012), impacto do chute inferido por acelerometria (SILVA et al., 2012) e força cinética em chute de TKD (CHENG et al., 2015). Entre MEC, encontrou-se pesquisa com atletas de TKD e KRT, a qual investigou magnitudes de dois golpes similares destas modalidades, o chute frontal e o chute semicircular, realizada por acelerometria dos dados de impacto e tempo dos chutes (SILVA et al., 2012).

Estudos com TKD e KRT aferiram medidas de ângulos articulares, verificando a trajetória de golpes, alguns definindo fases de execução (THIBORDEE & PRASARTWUTH, 2014; QUINZI et al., 2013; CHENG et al., 2015; FERNANDES, 2012; PORTELA et al., 2014). Quanto à eletromiografia (EMG) dos músculos de membros

1 inferiores e tronco no chute semicircular no TKD e KRT (THIBORDEE &
2 PRASARTWUTH, 2014; SORENSEN et al. 1993; FERNANDES 2012; AGGELOUSSIS et
3 al., 2007), observou-se que os músculos mais investigados foram o *vasto lateral* (VL), *reto*
4 *femoral* (RF), *tibial anterior* (TA), *bíceps femoral* (BF), *gastrocnêmio lateral* (GL) e *erector*
5 *da espinha* (EE). Não foram encontradas investigações com atletas de MTH para estas
6 variáveis, além de poucos achados referirem-se a comparações entre essas modalidades.
7 Neste contexto, parece que TKD, KRT e MTH, apesar de apresentarem o chute
8 semicircular em comum, visualmente apresentam trajetória distinta na execução dos
9 golpes, e o comportamento da ativação muscular pode diferir. Assim, o objetivo do
10 presente estudo foi comparar as respostas cinemáticas e neuromusculares do chute
11 semicircular entre atletas das MEC TKD, KRT e MTH.

12 **2. Métodos**

13 **2.1. Tipo de Estudo e Local**

14 Constituiu-se como estudo observacional, quantitativo e transversal para análise do
15 chute semicircular com atletas masculinos de TKD, KRT e MTH, realizado no setor de
16 Biodinâmica da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal
17 do Rio Grande do Sul em parceria com a Universidade Federal de Pelotas.

18 **2.2. Sujeitos**

19 Participaram do estudo 47 atletas voluntários, sendo 17 atletas de TKD, 15 atletas
20 de KRT e 15 atletas de MTH. Foram recrutados segundo a indicação das federações que
21 regulamentam estas modalidades no estado do Rio Grande do Sul, Brasil, mediante
22 contato prévio e apresentação do projeto aos dirigentes. Os atletas deveriam ser faixa
23 preta ou obter graduação anterior a preta, ou equivalente em suas modalidades, do sexo
24 masculino, e possuírem entre 18 e 35 anos. Todos os atletas participantes leram e
25 assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido e o estudo foi previamente
26 aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Pelotas. CAAE:
27 50889715.9.0000.5313

28 **2.3. Delineamento do Estudo**

29 Foram agendadas reuniões com os dirigentes das federações de cada modalidade
30 para apresentação do projeto e justificativa da relevância do estudo. Na sequência, cada
31 federação indicou os atletas para realização dos testes de acordo com os critérios de
32 inclusão.

1 Os atletas foram consultados sobre a participação voluntária e informados com
2 antecedência sobre todos os procedimentos do estudo e orientados a não realizarem
3 atividades físicas de alta intensidade, 48 h antecedentes às coletas.

4 Cada grupo de MEC foi avaliado separadamente e os atletas chegaram ao local
5 das avaliações, responderam um questionário adaptado sobre níveis competitivos e
6 estatura (DINIZ et al., 2014), passaram pelo procedimento de posicionamento dos
7 eletrodos de EMG, realizaram um aquecimento de 5 min, foi feito o posicionamento dos
8 pontos refletivos (conforme instruções do manual para o modelo *Plug-in-Gait Full-Body*) e
9 em seguida os atletas foram orientados a se posicionarem na área de coleta de dados
10 para iniciarem o procedimento dos chutes. Cada atleta realizou a escolha da distância
11 ideal para realização do chute, considerada como distância autosselecionada, que foi
12 registrada e demarcada com fita métrica, para que o atleta pudesse seguir a mesma
13 distância em todos os chutes. Foram realizados três chutes por atleta sob a orientação de
14 execução com a máxima potência e melhor técnica possível.

15 O chute foi realizado com a perna de trás e o atleta escolheu o membro inferior
16 dominante para a execução. Um comando verbal foi utilizado para o início do chute e
17 alinhamento das coletas de EMG e cinemetria. Os atletas realizavam o chute
18 imediatamente após um aviso sonoro. O alvo usado para realização dos chutes foi um
19 manequim simulador de lutas BOOMBOXE®, que possui ajuste de altura, e o mesmo foi
20 posicionado na altura do tronco de cada atleta.

21 Após 15 min da realização da coleta de dados do chute os atletas foram
22 direcionados à sala de musculação para realização dos testes de contração isométrica
23 voluntária máxima (CIVM) para os diferentes músculos investigados. Esse tempo foi
24 necessário para evitar qualquer efeito residual de fadiga entre a realização do chute e os
25 procedimentos associados à CIVM.

26

27 **2.4. Instrumentos e Coletas**

28 No setor de Biodinâmica da Escola de Educação Física da Universidade Federal do
29 Rio Grande do Sul ocorreram coletas simultâneas dos dados relacionados aos
30 parâmetros cinemáticos e neuromusculares do chute semicircular.

31

1 **2.4.1. Contração Isométrica Voluntária Máxima**

2 As contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM) dos músculos do membro
3 dominante *reto femoral (RF)*, *vasto lateral (VL)*, *bíceps femoral (BF)*, *tibial anterior (TA)*,
4 *gastrocnêmio lateral (GL)* e *erector da espinha* contralateral (EE) foram utilizadas para a
5 normalização do sinal EMG das diferentes MEC (KONRAD, 2005). Foi realizada uma
6 coleta de CIVM para cada um dos músculos atuando de forma agonista.

7 Para a aquisição dos dados EMG durante a CIVM, foi utilizado eletromiógrafo
8 Miotool 400, da marca MIOTEC Equipamentos Biomédicos (Porto Alegre/Brasil). O
9 equipamento é composto por sistema de quatro canais, com frequência de amostragem
10 de 2000 Hz por canal, variação de ganho de 200 a 1000 vezes e modo de rejeição
11 comum maior que 126 Db. A energia foi fornecida por Sistema de Baterias e os dados
12 foram transmitidos por conexão a um microcomputador via entrada USB. Após tricotomia
13 e limpeza da pele com algodão umedecido em álcool para a remoção de células mortas,
14 foram posicionados eletrodos de superfície bipolares Meditrace 200 Adulto Ag/AgCL
15 (Kendall, USA) sobre a pele dos atletas, em regiões segundo a orientação do Projeto
16 Seniam para cada músculo avaliado (www.seniam.org). Foi inserido um eletrodo de
17 referência monopolar na extremidade esternal da clavícula, para minimizar interferências
18 externas e garantir a qualidade do sinal (KONRAD, 2005).

19 A coleta de dados de sinal EMG durante a CIVM para os músculos analisados no
20 presente estudo foram realizadas durante 5 s contra uma resistência fixa e os sujeitos
21 foram encorajados a realizarem força máxima o mais rápido possível.

22

23 **2.4.2. Coleta de dados de atividade muscular no momento do chute por** 24 **Eletromiografia (EMG)**

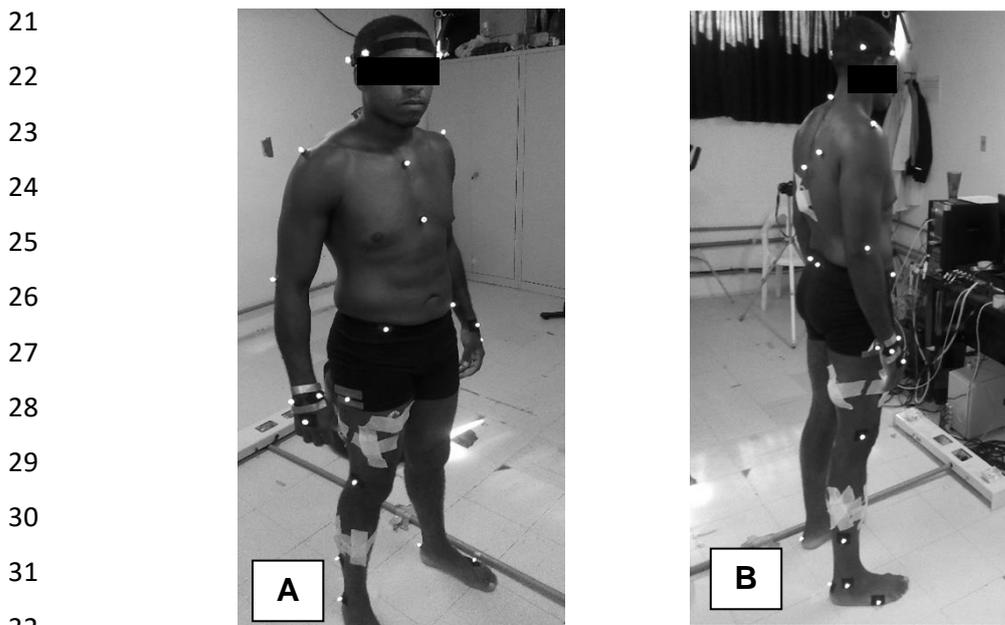
25 Para maior mobilidade dos atletas durante a execução do chute, na coleta de
26 dados de EMG dos seis músculos supracitados, foi utilizado eletromiógrafo BTS
27 FREEEMG 300 da marca BTS Bioengineering (Milão, Itália). O equipamento é composto
28 por um sistema de oito canais, com frequência de amostragem de 4kHz. A transmissão
29 dos dados é via Wireless IEEE802.15.4, com alcance de 50 m em espaço livre de
30 obstáculos. O peso de cada canal é de aproximadamente 10 g, o que não influencia na
31 execução do chute.

1 Os dados coletados foram convertidos para o formato de texto (.txt), logo
2 exportados para o formato (.dat) pelo *software* Matlab, e posteriormente exportados para
3 o formato SAD para o tratamento do sinal, para que assim os dados de EMG da CIVM e
4 do chute fossem tratados em formatos iguais. O recorte do sinal foi alinhado de acordo
5 com o momento das coletas de dados de cinemática, sendo que o início do recorte
6 ocorreu quando o pé do atleta perdeu o contato com o solo e o final na flexão de quadril e
7 joelho realizados após o contato do pé com o alvo.

8 **2.4.3. Cinemetria**

9 A captura das imagens consistiu na localização de determinados pontos, quadro a
10 quadro, para identificar sua trajetória no decorrer da imagem e assim determinar suas
11 coordenadas espaciais. Foi realizada reconstrução tridimensional das imagens
12 digitalizadas e com este procedimento as coordenadas adimensionais foram
13 reconvertidas em coordenadas métricas.

14 Digitalizaram-se 18 marcadores reflexivos de cada lado do corpo (totalizando 36
15 marcadores), colocados em pontos anatômicos de interesse (Figura 1). Cada marcador
16 reflexivo foi filmado pelo menos por duas câmeras de sistema de análise de movimento
17 tridimensional (Vicon^{MT} Motion Capture System, Los Angeles-EUA) composto por 6
18 câmeras infravermelho com frequência de amostragem de 200 Hz (3 Bonita, Los Angeles-
19 EUA e 3 Bonita10, Los Angeles-EUA) a cada lado do corpo para possibilitar a posterior
20 reconstrução das coordenadas (*software* NEXUS 1.8) (Figura 2).



33 Figura 1. Marcadores refletivos para digitalização de imagem. A: Plano Frontal. B: Plano
34 Sagital.

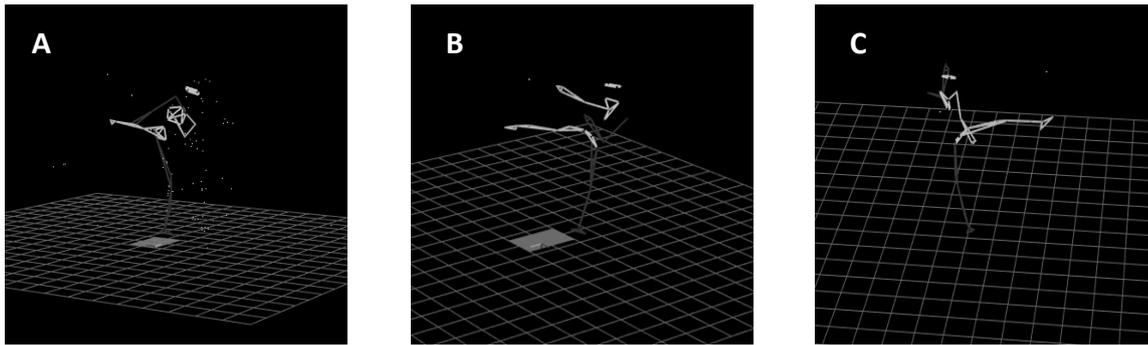


Figura 2. Reconstrução tridimensional com Sistema Vicon™ para análise do chute. Painel A: imagem 3D, atleta de TKD; Painel B: Imagem 3D, Atleta de KRT; Painel C: Imagem 3D, atleta de MTH.

Para comparação das posições angulares entre os lutadores durante a execução do chute, foram escolhidos os ângulos articulares do quadril (Q), joelho (J) e tornozelo (T), nos planos x, y e z. Foram definidas quatro fases do chute para exportação dos dados: a fase 1 foi o momento em que ocorreu o cruzamento entre os membros inferiores após a perda de contato do pé do atleta com o solo na partida do chute. A fase 2 foi definida como a maior flexão de quadril antes da extensão dessa articulação para o chute. A fase 3 foi o momento em que ocorreu o contato do pé do atleta com o alvo. Por fim, a fase 4 foi o momento de maior flexão de membros de membros inferiores, quadril e joelho, após o contato com o alvo. Os dados foram exportados no formato .txt e processados em uma rotina matemática desenvolvida no *software* LabView 2014 (*National Instruments*, Austin-USA), para obtenção dos resultados relativos às variáveis dependentes cinemáticas.

2.4.5. Filmagem, Escolha do Chute e Consultor Técnico

Durante a execução dos três chutes para coleta de EMG e Cinemetria, o procedimento foi filmado com câmera digital de alta frequência para análise do melhor chute que foi escolhido por consultor técnico (CT) independente. O CT escolhido para cada uma das modalidades, tinha graduação de examinador de graduação de faixas, ou equivalente no MTH. Cada CT escolheu entre os três chutes realizados, o melhor, levando em conta o melhor gesto técnico de cada modalidade.

Para filmagem foi usada uma câmera digital (Casio™, Modelo EX - ZR100), de alta definição e velocidade (120 fps). A câmera foi posicionada no plano sagital contralateral em relação ao membro inferior dominante, a 2 m centralizados entre o atleta e o *Bob*.



1

2 Figura 3. Exemplo de imagem no plano sagital que foi usada para análise pelos Consultores Técnicos de
3 cada MEC.

4

5 **2.4.6. EMG**

6 O sinal de EMG foi coletado durante toda execução dos golpes e os dados foram
7 exportados para análise utilizando o *software* SAD32. Realizou-se filtragem digital do sinal
8 com filtro passa banda, *Butterworth* de 5ª ordem, com frequência de corte entre 20 e 500
9 Hz. Na CIVM foi feito recorte dos 2 s centrais para determinação do valor *root mean*
10 *square* (RMS). Esse dado foi utilizado para normalização dos dados de EMG durante o
11 chute. A determinação dos valores de tempo de início e fim do chute foi realizada através
12 dos dados cinemáticos e após o recorte foi obtido o valor RMS do trecho selecionado.
13 Esses dados foram expressos por meio de % da CIVM.

14 **2.4.7. Cinemática**

15 Os sinais exportados do *software* Nexus 1.8.2 formaram matrizes no formato .txt
16 com as seguintes variáveis: posição espacial nos eixos x, y e z do marcador do quinto
17 metatarso e posições angulares das articulações do quadril e do joelho. Essas matrizes
18 foram os dados de entrada na rotina construída no *software* LabView 2014 (*National*
19 *Instruments*, Austin-USA). Os dados foram inicialmente filtrados com filtro *Butterworth* de
20 quinta ordem, passa baixa de 7 Hz.

21 **2.4.8. Análise estatística**

22 Os dados foram reportados através de estatística descritiva (média \pm desvio
23 padrão). Testes de *Shapiro-Wilk* e *Levene* foram realizados para verificar a normalidade

1 dos dados e homogeneidade das variâncias, respectivamente. Para comparação dos
 2 dados EMG entre as diferentes MEC foi utilizado o teste *Kruskal-Wallis*, com correção de
 3 Bonferroni. Para comparação dos dados cinemáticos entre as diferentes fases do chute e
 4 as diferentes MEC, foi utilizado o teste ANOVA para medidas repetidas com fator grupo e
 5 *post-hoc* de Bonferroni ($\alpha=0,05$). Quando foram observadas interações significativas entre
 6 os fatores Grupo*Fase foram feitos desdobramentos através do teste ANOVA *one-way* e
 7 ANOVA para medidas repetidas, ambos com *post-hoc* de Bonferroni. Os dados foram
 8 processados no pacote estatístico SPSS 22.0.

9

10 3. Resultados

11 3.1. Amostra

12 O nível competitivo dos atletas de TKD foi de experiência em competições
 13 nacionais, todos eram faixas preta, no KRT 13 atletas eram faixas preta e 2 faixas
 14 marrom, todos com experiência em competições nacionais, no grupo MTH 11 atletas
 15 eram do 11^o Kruang, graduação equivalente a faixa preta, e 4 atletas eram 10^o Kruang,
 16 todos com experiência nacional em competições. A amostra foi caracterizada por
 17 modalidade, quanto a idade, estatura, massa corporal e tempo de prática e apresentada
 18 na tabela 1.

19

20 **Tabela 1.** Valores de média e desvio padrão das variáveis de caracterização da
 21 amostra.

	Taekwondo (n=17)	Karatê (n=15)	Muaythai (n=15)	p
Idade (anos)	23,65 ± 1,23 ^a	25,24 ± 0,80 ^{ab}	27,97 ± 1,25 ^b	0,036
Estatura (m)	1,74 ± 2,06	1,78 ± 1,43	1,75 ± 1,74	0,233
Massa Corporal (kg)	73,8 ± 2,52	71,3 ± 3,59	74,8 ± 2,57	0,203
Tempo de Prática (anos)	12,18 ± 1,47 ^a	11,21 ± 0,89 ^a	8 ± 1,08 ^b	0,044

22 **Letras diferentes representam diferenças significativas entre os grupos.**

23

24 3.2. Eletromiografia

25 A Tabela 1 apresenta os percentuais de ativação muscular durante o chute
 26 semicircular, normalizados a partir dos valores da CIVM. Para os músculos RF, VL, BF,

1 GL, EE, não houve diferença significativa no percentual de ativação muscular durante a
 2 execução do chute semicircular entre os grupos. Para o músculo TA foram encontradas
 3 diferenças significativas ($p=0,001$), sendo que os atletas de KRT obtiveram menor
 4 ativação muscular que TKD ($p=0,010$) e MTH ($p<0,001$). Entre os atletas de TKD e MTH,
 5 não foram encontradas diferenças significativas ($p=0,123$).

6

7 **Tabela 2.** Valores de média e desvio padrão do percentual da contração isométrica máxima (%CIVM)
 8 dos músculos RF, VL, TA, BF, GL e EE durante a realização do chute semicircular pelos atletas de
 9 TKD, KRT e MTH.

	TKD, n=17		KRT, n=15		MTH, n=15		p
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
%CIVM RF (%)	118,25	±175,10	119,33	±87,25	211,60	±142,56	0,118
%CIVM VL (%)	147,04	±177,55	262,75	±182,84	374,62	±257,34	0,075
%CIVM TA (%)	123,57	±157,43 ^a	16,15	±7,18 ^b	211,60	±142,56 ^a	0,001
%CIVM BF (%)	470,08	±401,31	335,67	±312,39	652,36	±371,36	0,119
%CIVM GL (%)	1017,58	±819,95	559,06	±400,69	1122,28	±788,18	0,101
%CIVM EE (%)	103,45	±47,71	109,48	±88,55	218,93	±173,85	0,100

10 Letras minúsculas representam diferença significativa entre os grupos. RF: *reto femoral*, VL: *vasto*
 11 *lateral*, TA: *tibial anterior*, BF: *bíceps femoral*, GL: *gastrocnêmio lateral*, EE: *erector da espinha*.

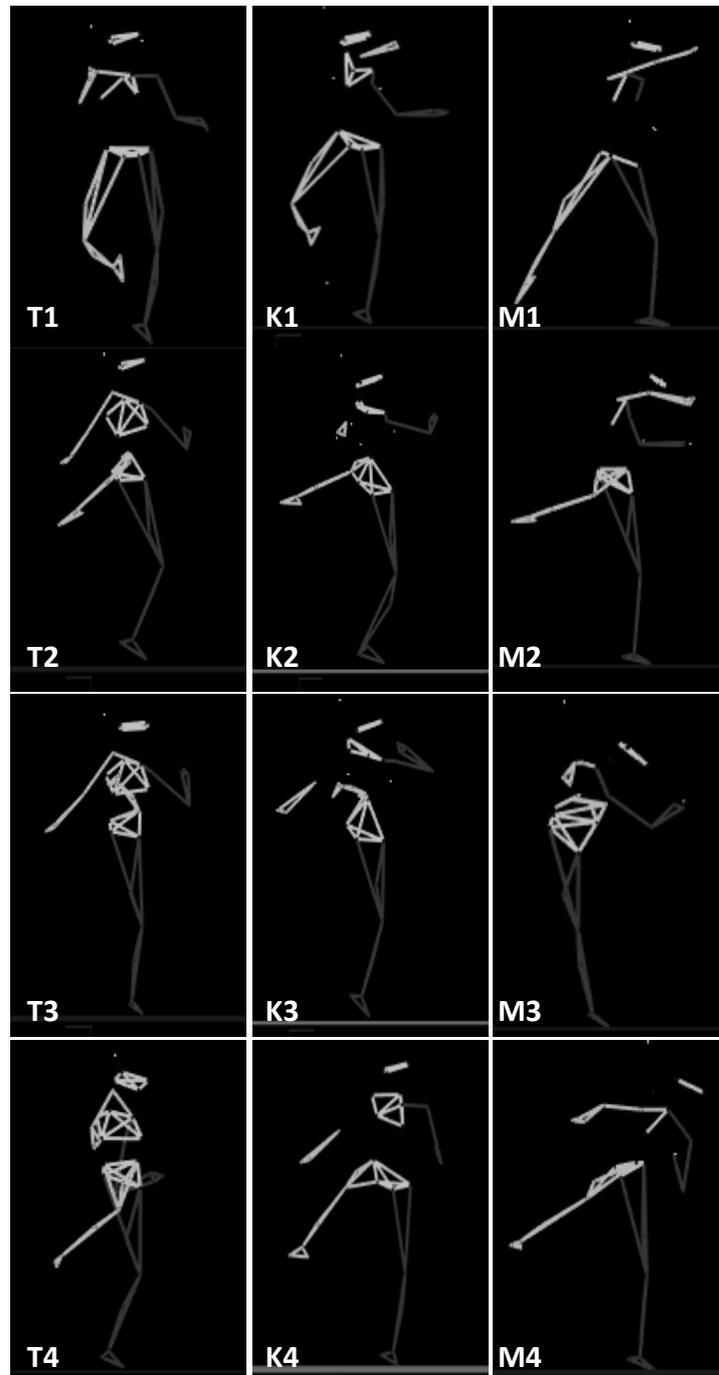
12

13 3.3. Ângulos articulares

14 De uma maneira geral, observou-se diferenças significativas para as fases 1, 2, 3 e
 15 4 do chute em todas as articulações (Q, J, T) nas direções x, y, z. Para análise dos golpes
 16 por ângulos articulares foram encontradas diferenças significativas entre os grupos
 17 (exceto articulação do quadril) em algumas situações. Para a articulação do joelho (J)
 18 foram encontradas diferenças significativas entre os grupos ($p=0,053$) para o movimento
 19 no plano y (flexão e extensão – plano sagital), e os atletas de MTH obtiveram maiores
 20 resultados ($7,56 \pm 16,87^\circ$) que os atletas do TKD ($-2,63 \pm 7,67^\circ$) na fase 3 (impacto com o
 21 alvo). Ainda na articulação do joelho no plano z (rotação – plano transversal) foram
 22 encontradas diferenças significativas entre os grupos ($p=0,001$), e o MTH obteve menores
 23 resultados ($-0,01 \pm 18,42^\circ$) que o TKD ($24,89 \pm 15,47^\circ$) e KRT ($16,42 \pm 15,92^\circ$).

24 Para articulação do tornozelo (T) foram encontradas diferenças significativas no
 25 eixo x (abduções – plano frontal) nas quatro fases do chute. Na fase 1 os atletas de KRT
 26 obtiveram menores resultados ($-52,63 \pm 5,29^\circ$) que os atletas de TKD ($-50,46 \pm 7,64^\circ$) e
 27 MTH ($-46,68 \pm 6,24^\circ$). Na fase 2, os atletas de KRT obtiveram menores resultados ($-55,71$
 28 $\pm 5,86^\circ$) que os atletas de MTH ($-48,46, \pm 8,87^\circ$), e os atletas de TKD, obtiveram
 29 resultados semelhantes ao KRT e MTH ($-52,56 \pm 7,50^\circ$). Na fase 3, correspondente ao

1 momento de impacto com o alvo, os atletas de TKD ($-59,09 \pm 12,74^\circ$) obtiveram
2 resultados semelhantes aos atletas de KRT ($-58,91 \pm 11,99^\circ$) e MTH ($-50,53 \pm 9,92^\circ$), e os
3 atletas de KRT, obtiveram resultados menores que os do MTH. Na fase 4, os atletas de
4 KRT obtiveram valores menores ($-40,74 \pm 14,72^\circ$) que os atletas de TKD ($-33,45 \pm 13,57^\circ$)
5 e MTH ($-32,45 \pm 14,12^\circ$).



29 **Figura 4.** Reconstrução tridimensional do chute semicircular no plano frontal em 4 fases. T1: TKD fase 1,
30 T2: TKD fase 2, T3: TKD fase3, T4: TKD fase 4, K1: KRT fase 1, K2: KRT fase2, K3: KRT fase 3, K4: KRT
31 fase 4, M1: MTH fase1, M2: MTH fase2, M3: MTH fase 3, M4: MTH fase 4.

Tabela 3. Valores de média e desvio padrão das variáveis de ângulo do quadril (QX, QY, QZ), joelho (JY, JZ) e tornozelo (TX, TY) nos planos x, y e z em diferentes fases (1, 2, 3 e 4) do chute semicircular nos grupos de *Taekwondo* (TKD), *Karatê* (KRT) e *Muaythai* (MTH).

	TKD		KRT		MTH		Grupo p	Fase P	Grupo*Fase p
	Média (°)	DP	Média (°)	DP	Média (°)	DP			
QX1	5,84 ^a	±10,69	1,06 ^a	±8,7	-1,32 ^a	±12,74	0,228	<0,001	0,021
QX2	26,44 ^b	±15,29	20,97 ^b	±14,57	13,77 ^b	±16,07			
QX3	29,92 ^b	±13,62	30,41 ^b	±13,31	17,70 ^b	±21,63			
QX4	37,26 ^b	±21,44	48,92 ^c	±16,36	45,07 ^c	±15,25			
QY1	-15,45 ^a	±7,90	-14,60 ^a	±7,37	-20,03 ^a	±9,53	0,332	<0,001	0,690
QY2	-39,66 ^b	±9,12	-36,05 ^b	±10,68	-41,05 ^b	±10,10			
QY3	-43,22 ^c	±6,66	-44,68 ^c	±8,73	-41,05 ^c	±10,58			
QY4	-32,49 ^b	±8,45	-36,02 ^b	±7,58	-35,58 ^b	±12,70			
QZ1	-3,82 ^a	±14,73	-2,29 ^a	±15,10	-14,95 ^a	±16,63	0,055	0,001	0,218
QZ2	5,09 ^b	±13,85	6,25 ^b	±13,58	-5,99 ^b	±17,75			
QZ3	8,30 ^b	±16,87	3,87 ^b	±13,27	-5,27 ^b	±22,73			
QZ4	1,20 ^b	±17,50	13,08 ^b	±17,45	-7,65 ^b	±35,16			
JY1	15,35 ^a	±14,75	19,98 ^a	±15,96	14,13 ^a	±15,01	0,433	<0,001	0,034
JY2	5,60 ^b	±16,43	12,19 ^{ab}	±17,72	6,66 ^{ab}	±19,88			
JY3	-2,63 ^{Ab}	±7,67	1,63 ^{ABb}	±5,19	7,57 ^{Bb}	±16,87			
JY4	4,40 ^{ab}	±11,85	12,86 ^a	±16,32	13,43 ^{ab}	±17,23			
JZ1	24,89 ^{Aa}	±15,47	16,42 ^{Aa}	±15,92	-0,01 ^{Ba}	±18,42	0,128	<0,001	<0,001
JZ2	22,64 ^{ab}	±16,47	14,30 ^a	±12,35	12,40 ^b	±19,15			
JZ3	11,63 ^{bc}	±20,73	0,39 ^b	±18,97	5,55 ^{ab}	±17,14			
JZ4	7,13 ^c	±19,33	14,73 ^{ab}	±21,70	-0,64 ^a	±25,28			
TX1	-50,46 ^{Aba}	±7,64	-52,63 ^{Ba}	±5,29	-46,68 ^{Aa}	±6,24	0,026	<0,001	0,590
TX2	-52,56 ^{ABab}	±7,50	-55,71 ^{Bab}	±5,86	-48,46 ^{Aab}	±8,87			
TX3	-59,09 ^{ABb}	±12,74	-58,91 ^{Bb}	±11,99	-50,53 ^{Ab}	±9,92			
TX4	-33,45 ^{Abc}	±13,57	-40,74 ^{Bc}	±14,72	-32,45 ^{Ac}	±14,12			
TY1	6,45 ^a	±3,21	6,93 ^a	±2,75	6,67 ^a	±3,52	0,554	<0,001	0,632
TY2	7,60 ^b	±3,26	8,14 ^b	±3,01	9,19 ^b	±2,72			
TY3	5,88 ^a	±3,70	5,28 ^a	±3,39	7,24 ^a	±3,39			
TY4	20,66 ^c	±6,10	9,65 ^c	±5,33	11,86 ^c	±7,22			

Letras minúsculas diferenças significativas entre fases.

Letras maiúsculas diferenças significativas entre grupos.

Ângulos articulares do quadril (Q), joelho (J) e tornozelo (T), nos eixos x, y, z, durante a maior angulação de flexão ou extensão durante as quatro fases do chute. Fase 1: cruzamento de membros inferiores após a partida do chute. Fase 2: Flexão de quadril antes do momento de extensão de para partida para o contato com alvo. Fase 3: Contato com o alvo. Fase 4: Flexão após o contato com alvo.

1 4. Discussão

2 O presente estudo teve como proposta investigar a atividade
3 eletromiográfica e ângulos articulares durante a execução do chute semicircular
4 em atletas de TKD, KRT e MTH. Os principais achados para o sinal EMG foram
5 diferenças significativas entre os grupos apenas para o músculo TA, em que o
6 KRT obteve menores valores que TKD e MTH. Para os dados cinemáticos
7 foram encontradas diferenças significativas para os ângulos articulares de
8 joelho, em que o TKD demonstrou maior extensão durante o impacto e para o
9 tornozelo, em que o KRT demonstrou maior inversão que TKD e MTH.

10 Nesse contexto, um dos principais achados foram os dados de EMG, na
11 qual a investigação apresentou os seguintes resultados para os grupos de
12 TKD, KRT e MTH, respectivamente: RF (118,25%), (119,33 ±87,25%) e
13 (211,60 ±142,56%), VL (147,04 ±177,55%), (262,75 ±182,84%) e (374,62
14 ±257,34%), TA (123,57 ±157,43%), (16, 15 ±7,18%) e (211,60 ±142,56%), BF
15 (470,08 ±401,31%), (335,67 ±312,39%) e (652,36 ±371,36%), GL (1017,58
16 ±819,95%), (559,06 ±400,69%) e (1122,28 ±788,18%). Um estudo, realizado
17 com atletas de TKD, investigou a atividade muscular durante o chute
18 semicircular em dois momentos: antes e durante o impacto com o alvo
19 (FERNANDES, 2012). Em ambos os momentos os valores do sinal EMG
20 (normalizados pela CIVM) encontrados foram inferiores aos encontrados no
21 presente estudo nos grupos TKD, KRT e MTH. Os maiores valores
22 encontrados na investigação de FERNANDES (2012) foram na fase antes do
23 impacto (TA: 21,93 ± 7,66 %; GL: 10,64 ± 8,30 %; RF: 63,30 ± 8,63 %; BF:
24 53,97 ± 21,34 %). É provável que os valores superiores encontrados nos
25 atletas de TKD, KRT e MTH do presente estudo em relação aos encontrados
26 nos atletas de TKD do estudo de FERNANDES (2012) seja pelo fato de que os
27 atletas daquele estudo eram iniciantes com, no máximo, 12 meses de prática e
28 estarem entre a primeira e terceira graduação. No presente estudo os atletas
29 eram faixas pretas ou de graduação anterior e possuíam mais de três anos de
30 prática.

31 Outro estudo de SORENSEN et al. (1993) com 17 atletas europeus de
32 TKD de nível médio a elite registrou o sinal EMG durante a execução do chute
33 frontal e foram encontrados dados de ativação (%CIVM) do VL igual a 35%,
34 para o RF de 55%, BF 30% e GL 40%. Os percentuais de ativação foram

1 registrados a partir de análise temporal de acordo com início e fim do
2 movimento. Este estudo apresentou valores de ativação muscular diferentes
3 aos observados no presente estudo, principalmente, porque o chute frontal tem
4 uma trajetória distinta do semicircular. Além disso, o alvo usado foi uma bola de
5 tênis amarrada e fixada na altura do rosto dos atletas, gerando desta forma
6 impactos diferentes do presente estudo que usou como alvo um boneco *BOB*,
7 simulador de lutas BOOMBOXE® e a altura do chute foi ajustada ao tronco do
8 atleta. Outro estudo, com atletas de KRT, aferiu valores de ativação EMG
9 durante um chute e comparou com os dados de execução durante uma
10 sequência de 20 chutes (QUIMZI et al., 2016). Os dados foram normalizados
11 por contração dinâmica (CD) e os valores encontrados para os músculos
12 avaliados foram de 77% para o VL, 93,3% para o BF e 76,4% para o RF.
13 Apesar das diferenças na normalização dos dados, parece que os valores
14 encontrados no estudo de QUIMZI et al. (2016) foram mais próximos dos
15 achados do presente estudo, exceto para o músculo BF. O estudo de
16 VENCESBRITO et al. (2014), com karatecas portuguesas competidoras da
17 seleção nacional, investigou a atividade muscular durante o chute frontal. Os
18 recortes do sinal EMG foram registrados em dois momentos: durante a
19 arrancada do chute e no momento do impacto. Os resultados encontrados
20 (sinal EMG normalizados por CD) foram aparentemente maiores do que os
21 achados da presente investigação (RF: 548% e 363%; VL: 545% e 350%; BF:
22 435% e 114%).

23 Em relação aos achados do presente estudo sobre ângulos articulares e
24 a trajetória do golpe em quatro fases, destaca-se diferenças dos atletas do
25 grupo TKD em relação ao MTH para o ângulo articular de joelho na fase 3, que
26 é o momento de impacto com o alvo. Os dados sugerem que os atletas de
27 TKD, no momento do impacto com o alvo, obtiveram resultados negativos de
28 articulação de joelho no eixo y, ou seja, hiperextensão de joelho neste
29 momento (-2,63°). Por outro lado, os atletas de MTH obtiveram 7,57°, indicando
30 leve flexão durante a fase de impacto. Quanto a extensão e/ou flexão de joelho
31 durante a fase de contato com o alvo, o estudo de QUINZI et al. (2013) sugere
32 adaptações técnicas ao chute com impacto, em que na fase de impacto deve
33 haver uma leve flexão de joelho, prevenindo lesões por hiperextensão da
34 articulação e por outro lado, tendo ganhos em velocidade do chute. Outro

1 estudo com 16 atletas de TKD faixas pretas com experiência nacional em
2 competições, investigou o momento de impacto do chute semicircular e
3 registrou leve flexão de 10° para a articulação do joelho (Thibordee &
4 Prasartwuth, 2014). No chute do MTH, como o objetivo é acertar o alvo com a
5 parte distal da tíbia, o movimento necessita apresentar leve flexão de joelho, a
6 fim de dar maior proteção as articulações e dar mais potência ao golpe (DE
7 CESARIS, 1995). Portanto, parece que os atletas de TKD participantes da
8 amostra da presente investigação necessitam adaptar a técnica do chute com
9 leve flexão de joelho no momento do impacto e evitar a extensão completa do
10 joelho nesse momento (Thibordee & Prasartwuth, 2014).

11 Para os resultados de ângulos da articulação do tornozelo, os atletas de
12 KRT obtiveram resultados diferentes significativamente em relação aos
13 lutadores de MTH, em que, ângulos negativos, sugerem uma maior inversão de
14 tornozelo durante as 4 fases do chute. Parece que o diferencial do chute no
15 KRT em relação às demais MEC está na fase 2, quando o atleta deve realizar
16 maior abdução de quadril e flexão de joelho, para logo realizar a rotação de
17 quadril para a fase de impacto (JUNIOR, 2011). É possível que, para gerar
18 esse movimento e obter ganhos de velocidades, o atleta de KRT realize maior
19 inversão de tornozelo, gerando assim os resultados encontrados no presente
20 estudo. Ao que parece, os atletas de TKD e MTH não têm essa mesma
21 preocupação ao executar o chute, visto que o chute realizado nessas
22 modalidades não apresenta tal trajetória. No TKD, prefere-se menor abdução
23 de quadril, com movimento menor entre dois pontos, saída e chegada (KIM,
24 1995). No MTH, os atletas não se preocupam com flexão plantar e inversão de
25 tornozelo, pois o chute é executado preferencialmente com a parte distal da
26 tíbia (DE CESARIS, 1995).

27 Ademais, é provável que essa adaptação técnica dos atletas de KRT,
28 com maior inversão de tornozelo durante o chute, explique os dados de EMG
29 encontrados na presente investigação, em que o músculo TA dos atletas do
30 KRT apresentaram menores valores (16,15%) que os atletas do TKD
31 (123,57%) e MTH (211,60%).

32
33
34

1 **5. Conclusões**

2 A presente investigação concluiu que a ativação muscular durante a
3 execução do chute semicircular de atletas de TKD, KRT e MTH foi semelhante
4 entre grupos, exceto para o músculo TA, em que os atletas de KRT obtiveram
5 menor ativação que TKD e MTH.

6 Em relação aos ângulos articulares durante a execução do chute,
7 encontrou-se diferenças significativas para todas as fases do golpe nos eixos
8 x,y, z. Entre grupos foram encontradas diferenças significativas na articulação
9 do joelho, na fase 3, plano sagital (y), em que, os atletas do TKD obtiveram
10 hiperextensão em relação aos atletas de MTH que demonstraram uma leve
11 flexão na articulação do joelho no momento de impacto do chute e para
12 articulação do tornozelo , na qual os atletas do KRT realizaram maior inversão
13 no plano frontal que atletas de TKD e MTH em todas as fases.

14 Parece que esse movimento de inversão do tornozelo dos atletas de
15 KRT pode ser responsável pela menor ativação muscular do TA deste mesmo
16 grupo durante a execução do chute semicircular.

17

18 **6. Aplicações práticas**

19 Os achados do presente estudos sugerem que a trajetória do chute
20 semicircular é distinta entre as modalidades TKD, KRT e MTH e os treinadores
21 e atletas ao migrarem entre as modalidades deverão atentar-se a essas
22 mudanças.

23 Preparadores físicos devem atentar-se para os resultados de EMG dos
24 músculos RF, VL, TA, BF, GL e EE, encontrados nessa investigação e adequar
25 a preparação física dos atletas a fim de realizar adaptações musculares em
26 todos os grupos musculares envolvidos no gesto técnico.

27

28

29

30

31

32

33

7. Referências

Aggeloussis N, Gourgoulis V, Sertsou M, Giannakou E, Mavromatis G. Repeatability of electromyographic waveforms during the Naeryo Chagi in taekwondo. *Journal of Sports Science and Medicine* 2007; 6(2):6-9

Alberton CL, Silva EM, Tartaruga MP, Cadore EL, Becker ME, Brentano MA, Kruegel LFM. Análise da reprodutibilidade do sinal eletromiográfico durante ações isométricas e dinâmicas realizadas em diferentes meios. *Revista Brasileira de Biomecânica* 2007; 8(15):82-87

Amádio AC, Serrão JC. Contextualização da biomecânica para a investigação do movimento: fundamentos, métodos e aplicações para análise da técnica esportiva. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte* 2007; 21:61-85

Cheng KB, Wang YH, Kuo SY, Huang YC. Perform kicking with or without jumping: joint coordination and kinetic differences between Taekwondo back kicks and jumping back kicks. *Journal of Sports Sciences* 2015; 33(15):1614-21

De Cesaris M. *Boxe Thaiandese: Muay Thai*. Roma: Mediterranee, 1995.

Del Vecchio FB, Franchini E, Del Vecchio AHM. Energy absorbed by electronic body protectors from kicks in a taekwondo competition. *Biology of Sport* 2011; 28(1):75-78

Detjanery T, Limroongreungrat W, Sinphurmsukskul O, Pinthong M. Kinematic differences of taekwondo roundhouse kick between thailand national and youth national athletes. *30th Annual Conference of Biomechanics in Sports* 2012; 13:185-88

Diniz R, Braga LC, Del Vecchio FB. Perda de peso rápida em jovens competidores de taekwondo. *Scientia Medica* 2014; 24(1):54-60

Estevan I, Álvarez O, Falco C, Garcia JM. Impact force and time analysis influenced by execution distance in a roundhouse kick to the head in taekwondo. *National Strength and Conditioning Association* 2011; 25(10):2851-56

Estevan I, Falco C. Mechanical analysis of the roundhouse kick according to height and distance in taekwondo. *Biology of Sport* 2013; 30(4):275-9

Falco C, Alvarez O, Castillo I, Estevan I, Martos J, Mugarra F, Iradi A. Influence of the distance in a roundhouse kick's execution time and impact force in Taekwondo. *Journal of Biomechanics* 2009; 42(3):242-8

Fernandes FM. **Análise biomecânica do chute ap bal ap dolio tchagui no taekwondo realizado por iniciantes**. São Paulo, 2012. Dissertação de Mestrado. Universidade São Judas Tadeu.

- 1 Fernández CB, Majolero VM, Rodríguez JV, Gomzálvez CMT. Diferencias en el
2 salto vertical y la velocidad de patada maegeri entre karatekas internacionales
3 y nacionales. *Revista Artes Marciales Asiáticas* 2013; 8(1):13-20
4
- 5 Franchini E, Del Vecchio FBD. *Ensino de lutas: reflexões e propostas de*
6 *programas*. São Paulo: Scortecci, 2012.
7
- 8 Junior NKM. Karatê shotokan: biomecânica dos golpes do kumitê de
9 competição. *Revista digital EFDeportes.com* 2011; 16(158):1
- 10 Kanazawa H. *The complete kumite: karate fighting techniques*. USA: Kodansha,
11 2004.
12
- 13 Kim YJ, Silva E. *Arte marcial coreana taekwondo*. Vol. 1 São Paulo: Thirê,
14 1995.
15
- 16 Konrad P. *The ABC of EMG: A practical introduction to kinesiological*
17 *electromyography*. Vol. 1.0 USA: Noraxon INC, 2005.
18
- 19 Machado SM, Napoleone FMG, Paiva LM, Silva NS, Lima APL, Osorio RAL.
20 Análise biomecânica dos músculos extensores e flexores do joelho, por meio
21 do dinamômetro isocinético, em praticantes de artes marciais. *Revista Univap*
22 2012; 18(31):5-12
23
- 24 Machado SM, Souza RA, Simão AP, Jerônimo DP, Silva NS, Osório RAL,
25 Magini M. Estudo comparativo de variáveis isocinéticas do joelho em atletas de
26 taekwondo e kickboxing. *Fitness & Performance Journal* 2009; 8(6)407-11
27
- 28 Martini E. **Análise energética do movimento de um chute de arte marcial**.
29 Joinville, 2012. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade do Estado de
30 Santa Catarina.
31
- 32 Piemontez GR, Martins ACV, Melo SIL, Ferreira L, Reis NF. Cinemática do
33 chute semicircular no karatê: comparação entre as fases de ataque e retorno.
34 *Revista da Educação Física UEM* 2013; 24(1):51-59
35
- 36 Pinto SS, Alberton CL, Cadore EL, Zaffari P, Baroni BM, Lanferdini FJ, Radaelli
37 R, Pantoja PD, Tartaruga LAP, Schoenell MCW, Vaz MA, Kruel LFM. Water-
38 based concurrent training improves peak oxygen uptake, rate of force
39 development, jump height, and neuromuscular economy in young women.
40 *Journal of Strength and Conditioning Research* 2015; 29(7):1846–54
41
- 42 Portela BS, Barbosa MR, Cavazzoto TG, Tartaruga MP. Kinematics analysis of
43 the front kick with and without impact on traditional karate. *Archives of Budo*
44 *Science of Martial Arts and Extreme Sports* 2014; 10(1):47-51
45
- 46 Quinzi F, Camomilla V, Di Mario A, Felici F, Sbriccoli P. Repeated kicking
47 actions in karate: effect on technical execution in elite practitioners. *International*
48 *Journal of Sports Physiology and Performance* 2016; 11(3):363-69
49

- 1 Quinzi, F.; Sbriccoli, P.; Alderson, J.; Maior, A.; Camomilla, V. Intra-limb
2 coordination in karate kicking: Effect of impacting or not impacting a target.
3 Human Movement Science 2013; 33:108-119
4
- 5 Silva LP, Trivia RC, Reis DC, Santos SG. Comparação dos impactos de um
6 chute de taekwondo com um chute de karatê. In: **Anais do XII Congresso**
7 **Brasileiro de Biomecânica**. São Pedro, 2007.
8
- 9 Sorensen H, Zacho M, Simonsen EB, Poulsen PD, Klausen K. Dynamics of the
10 martial arts high front kick. Journal of Sports Sciences 1996; 14(6):483-95
11
- 12 Thibordee S, Prasartwuth P. Effectiveness of roundhouse kick in elite
13 taekwondo athletes. Journal of Electromyography and Kinesiology 2014;
14 24(3):353–8; v
15
- 16 Vencesbrito AM, Branco MAC, Fernandes RMC, Ferreira MAR, Fernandes
17 OJSM, Figueiredo AAA, Cynarski WJ. Avaliação eletromiográfica e cinemática
18 do pontapé mae-geri em karatecas de elite competitiva e karatecas cinto negro
19 não competidores. Revista da Uiiips 2014; 2(3):84-103
20
21
22
23
24