

Nelise da Cunha Antunes

**ANÁLISE DA CONFIABILIDADE DE DUAS PLATAFORMAS DE FORÇA  
PARA A COLETA SIMULTÂNEA DE VARIÁVEIS DINÂMICAS PARA A  
IDENTIFICAÇÃO DA ASSIMETRIA BILATERAL**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física Fisioterapia e Terapia Ocupacional/ UFMG

2014

Nelise da Cunha Antunes

**ANÁLISE DA CONFIABILIDADE DE DUAS PLATAFORMAS DE FORÇA  
PARA A COLETA SIMULTÂNEA DE VARIÁVEIS DINÂMICAS PARA A  
IDENTIFICAÇÃO DA ASSIMETRIA BILATERAL**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Treinamento Esportivo da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Treinamento Esportivo.

Orientador: Prof. Ms. Silvia Ribeiro Santos Araújo  
Coorientador: Fabíola Bertú Medeiros

Belo Horizonte

Escola de Educação Física Fisioterapia e Terapia Ocupacional/ UFMG

2014

A636a Antunes, Nelise da Cunha  
2015 Análise da confiabilidade de duas plataformas de força para a coleta simultânea de variáveis dinâmicas para a identificação da assimetria bilateral. [manuscrito] / Nelise da Cunha Antunes – 2015.  
28 f.: il.

Orientadora: Sílvia Ribeiro Santos Araújo  
Coorientadora: Fabíola Bertú Medeiros

Monografia (especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.  
Bibliografia: f. 25-28

1. Biomecânica. 2. Salto. 3. Articulações – amplitude e movimento. 4. Membros inferiores. I. Araújo, Sílvia Ribeiro Santos. II. Medeiros, Fabíola Bertú. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. IV. Título.

CDU: 612.76

Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário Danilo Francisco de Souza Lage, CRB 6: nº 3132, da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Monografia intitulada: Análise da confiabilidade de duas plataformas de força para coleta simultânea de variáveis cinéticas para a identificação da assimetria bilateral, de autoria da pós-graduanda **NELISE DA CUNHA ANTUNES**, defendida em 13/03/2015, na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais e submetida à banca examinadora composta pelos professores:

- Prof. Rodrigo César Ribeiro Diniz  
Departamento de Esportes  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional  
Universidade Federal de Minas Gerais
- Prof. Túlio Banja  
Departamento de Esportes  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional  
Universidade Federal de Minas Gerais



---

Prof. Dr. Mauro Heleno Chagas

Coordenador do Curso de Especialização em Preparação Física e Esportiva  
Departamento de Esportes  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional  
Universidade Federal de Minas Gerais

Belo Horizonte, 13 de setembro de 2022.

## AGRADECIMENTOS

“Cada um que passa em nossa vida passa sozinho, mas não vai só, nem nos deixa sós. Leva um pouco de nós mesmos, deixa um pouco de si mesmo.” (*Antoine de Saint-Exupéry*). Durante este trabalho pude aprender muito com cada pessoa que fez parte deste trabalho.

Agradeço muito a todos que me ajudaram a começar, a continuar e finalizar este trabalho.

Agradeço a todos os membros do Laboratório de Biomecânica, principalmente aos professores Hans, André e Silvia!

Agradeço também aos meus amigos, a minha família, pela compreensão nos meus momentos de ausência para que eu pudesse fazer este trabalho!

“Os professores abrem a porta, mas você deve entrar por você mesmo.”

*Provérbio Chinês*

## RESUMO

**Introdução:** A assimetria bilateral (AB), entre membros é apontada por muitos autores como uma das principais causas de diminuição do desempenho e de lesões no esporte. A identificação precoce da AB torna-se importante para que sejam elaborados treinos e programas de reabilitação mais adequados, diminuindo a possibilidade de ocorrer lesões e queda no rendimento esportivo. Um dos métodos mais utilizados para a identificação das AB é o salto com contramovimento realizado em plataforma de força. Diversos estudos já foram conduzidos nesta área e demonstraram que as variáveis dinâmicas força máxima, impulso e potência apresentam uma confiabilidade significativa para a identificação das assimetrias, porém, na maioria destes estudos a identificação das assimetrias se deu por saltos realizados de maneira sequencial ou monopodal. **Objetivo:** Este estudo buscou investigar a confiabilidade de duas plataformas de força, com coleta de dados simultânea de ambos os membros inferiores, através do salto com contramovimento para a identificação das AB através das variáveis dinâmicas força máxima e impulso. **Metodologia:** Participaram deste estudo 16 atletas da Federação Mineira de Tae Kwon do, com idade média de  $20,00 \pm 5,18$  anos e em média  $10,68 \pm 4,85$  anos de prática do esporte, sendo 3 do sexo feminino com massa em média de  $59,36 \pm 13,75$  kg e altura média de  $166,66 \pm 7,50$  cm e 13 do sexo masculino com massa em média de  $69,86 \pm 16,40$  kg e altura média de  $175,15 \pm 7,72$  cm. Foi realizada uma série única contendo seis CMJ, com pausa de 30 segundos entre repetições, o voluntário saltava e se preparava para próximo salto. A coleta foi realizada a uma frequência de 1000 Hz. **Resultados:** Os valores de CCI para força máxima foram de 0,900 e 0,864 para a perna direita e esquerda respectivamente. Para ao impulso os valores de CCI encontrados 0,941 e 0,937, para as pernas direita e esquerda respectivamente. **Conclusão:** Os resultados apresentados indicam que a PFD apresentou uma confiabilidade na aquisição das medidas para ambas as variáveis estudadas, sendo confiável para realização deste procedimento para identificação das AB.

**Palavras-chave:** Assimetria bilateral. Variáveis dinâmicas. Esporte.

## ABSTRACT

**Introduction:** The bilateral asymmetry (BA) between limbs is considered as major cause of decreased performance and injury in sport. Early identification of the BA is important for the development of more adequate training and rehabilitation programs, reducing the possibility of injury and decreases in sports performance. One of the most widely used methods for the identification of BA is countermovement jump performed on a force platform. Several studies have already been conducted in this area and have demonstrated that the dynamic variables maximal force, impulse and power have a significant reliability in identifying asymmetries; however, on most of these studies the identification of asymmetries was done by jumps which were performed in a sequential or monopodal way. **Objective:** This study investigated the reliability of two force platforms, with simultaneous data collection of both lower limbs through the jump with countermovement in order to identify BA through the dynamic variables maximal force and impulse. **Methodology:** The study included 16 athletes of the Mineira Federation of Tae Kwon Do, with an average age of  $20.00 \pm 5.18$  years and in average  $10.68 \pm 4.85$  years of sports practice, including 3 females with an average mass of  $59.36 \pm 13.75$  kg and average height of  $166.66 \pm 7.50$  cm and 13 males with an average weight of  $69.86 \pm 16.40$  kg and average height of  $175.15 \pm 7.72$  cm. A single series containing six CMJ was carried out with no defined pauses between repetitions, the subject simply jumped and automatically prepared for the following jump. The collection was performed at a frequency of 1000 Hz. **Results:** The ICC values for maximal force were 0.900 and 0.864 for the right and left leg, respectively. For the impulse, the ICC values found were 0.941 and 0.937 for the right and left legs, respectively. **Conclusion:** The results indicate that the PFD showed reliability in the acquisition of the measurements for both variables, therefore validating this procedure on the identification of BA.

**Keywords:** Bilateral asymmetry. Limbs. Dynamic variables. Sports performance.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>08</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO.....</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>15</b>
3.1	Amostra.....	16
3.2	Coleta de dados.....	16
3.2.1	Instrumento.....	15
3.2.2	Procedimentos.....	17
3.3	Análise dos dados.....	17
3.3.1	Análise estatística .....	18
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>21</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>23</b>

## 1 INTRODUÇÃO

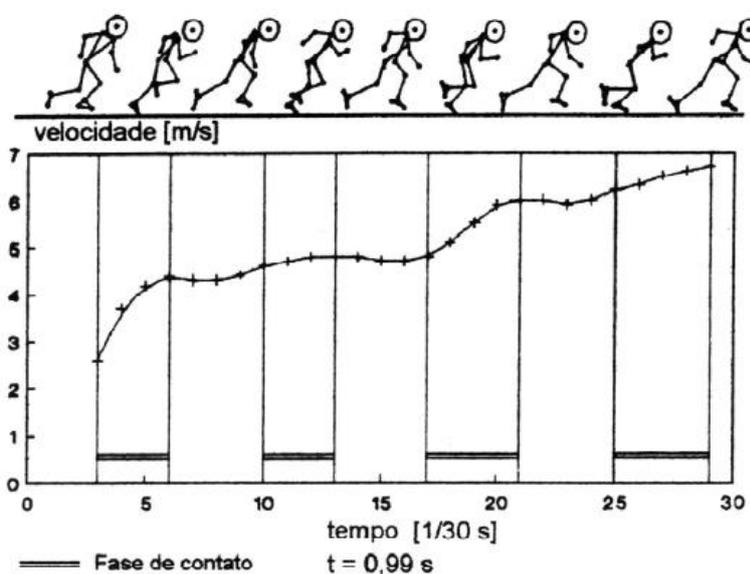
Diante da sua casuística multifatorial o estudo da epidemiologia das lesões, no contexto do esporte, principalmente de alto rendimento, é muito importante. A prevenção de lesões é complexa e se inicia com a identificação de possíveis fatores que favorecem a ocorrência de uma lesão (CROISIER, *et al.*, 2008), sejam eles relacionados ao desenvolvimento, a idade, ao sexo, ao treinamento, a técnica, ao estado de nutrição, dentre outros fatores extrínsecos e intrínsecos.

A assimetria bilateral (AB) é apontada por muitos autores como uma das causas de diminuição do desempenho e pré-disposição a lesões (MENZEL; CHAGAS; CRUZ, 2006; SILVA, 2008, TEIXEIRA; PAROLI, 2000, IMPELLIZERI *et al.*, 2007, MEDEIROS, 2013). Inúmeros fatores podem desenvolver a AB que é observada “entre os membros superiores e inferiores, assim como em outros sistemas do organismo” (MARCHETTI *et al.*, 2009), podendo ser relativas às diferenças em relação ao comprimento dos membros, a flexibilidade, a forma, a força muscular (SILVA, 2008; MENZEL *et al.*, 2006) ou ainda em relação ao nível de desempenho em diversas tarefas (TEIXEIRA; PAROLI, 2000).

A exigência motora de alguns esportes, os métodos de treinamento (MENZEL *et al.*, 2012; MAGALHÃES *et al.*, 2001), uma reabilitação inadequada (MENZEL *et al.*, 2012, CROISER *et al.*, 2008, NEWTON *et al.* 2006) e a preferência lateral (NEWTON *et al.*, 2006), que ocorre quando há um favorecimento de um membro em relação ao outro (MARCHETTI, 2009; SILVA, 2008; FONSECA *et al.*, 2007) quanto a quantidade de prática (TEIXEIRA; PAROLI, 2000; NEWTON, *et al.*, 2006), fatores genéticos e a interação com o ambiente (SILVA, 2008) estão entre as causas mais citadas para o aparecimento da AB. Todos os fatores citados levam a um desenvolvimento desequilibrado em relação a morfologia, a coordenação (SILVA, 2008) e a força muscular entre os membros (SILVA, 2008; IMPELLIZIERI, *et al.*, 2007). Tanto em membros superiores quanto inferiores a AB facilita o desenvolvimento de mecanismos compensatórios que podem modificar a cinemática e cinética do movimento, afetando a técnica e a postura

influenciando no rendimento do atleta (MENZEL *et al.*, 2006; CASTANHARO *et al.*, 2011). A figura 1 apresenta um exemplo de diferença de desempenho entre membros inferiores em uma corrida. A inclinação da curva deste gráfico representa a aceleração, a cada fração de tempo selecionada. Pode-se observar diferentes inclinações da curva, sendo assim, diferentes acelerações para cada passo ao longo de uma passada, indicando que há diferenças na geração de força de cada membro.

Figura 1: diferença de desempenho dos membros inferiores



Fonte: Menzel *et al.*, 2005, p.234

Diferenças de força entre os membros inferiores direito e esquerdo entre 10% (SILVA, 2008) a 15% são consideradas significantes e estão relacionadas com um maior risco de lesões (ARAÚJO, CHAGAS e MENZEL, 2007). Segundo Carpes (2009) as alterações que interferem nos padrões cinéticos do movimento estão associadas a um maior risco de lesão na corrida. Em um estudo realizado por Zifchock *et al.*, (2006) foram detectadas diferenças na cinética da corrida em corredoras que sofreram lesões nos membros inferiores (CARPES, 2009).

Para a avaliação das AB, da força muscular dos membros inferiores, podemos encontrar desde os testes motores aos biomecânicos. Os testes de 1RM, teste

de sentar e levantar e inúmeros tipos de saltos unipodais são os principais testes motores encontrados na literatura (SILVA, 2008; MAULDER E CRONIN, 2005). Em relação aos testes biomecânicos, os instrumentos mais utilizados são as plataformas de força e os dinamômetros isocinéticos (MENZEL *et al.*, 2012, SILVA, 2008; MENZEL *et al.*, 2006). Segundo alguns autores, ambos são validados para diagnosticar a AB, porém, dependendo dos objetivos do estudo e da especificidade do esporte praticado, pelo atleta avaliado, alguns testes e instrumentos podem se apresentar mais adequados do que outros para identificar estas diferenças.

Um dos instrumentos mais utilizados é o dinamômetro isocinético (JESUS *et al.*, 2008; MENZEL *et al.*, 2012), este aparelho mede a força realizada por músculos extensores e flexores de maneira isolada estabilizando os outros segmentos (HAMILL e KNUTZEN,1999). Neste procedimento podem ser avaliadas tanto a AB quanto a diferença de força muscular entre musculatura agonista e antagonista de um movimento, conforme realizado no estudo de Magalhães *et al.*, (2000). Além disso, os testes isocinéticos também podem avaliar a força para diferentes ações musculares (excêntrica e concêntrica). Neste aparelho a força é avaliada de maneira isocinética, ou seja, o movimento ocorre a uma velocidade angular constante. A principal crítica de muitos pesquisadores, quanto ao uso do isocinético, é em relação à especificidade, em função da forma como o teste é realizado (MENZEL *et al.*, 2006; HAMILL E KNUTZEN,1999),“O movimento com velocidade constante não é o tipo de movimento encontrado em esportes ou atividades diárias” (HAMILL E KNUTZEN,1999).

A plataforma de força (PF) é um dinamômetro, que está sendo usado para identificação da AB através das variáveis dinâmicas. A PF é um instrumento que atua como um transdutor de força. Ela é usada analisar das variáveis dinâmicas do movimento através da “força de reação do solo (FRS) nas direções vertical, lateral ou ântero-posterior em relação à plataforma” (HALL, 2009). Este instrumento geralmente fica fixado e nivelado com solo. Quando recebe uma carga mecânica, transforma em um sinal elétrico, em função da deformação do aparelho. A aquisição do sinal é feita a uma determinada frequência, que é definida pelo pesquisador, ele é passado por um conversor analógico/digital para

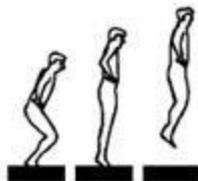
que o computador possa ler e armazenar os dados. Dentre as suas principais aplicações destaca-se o uso para analisar a técnica do movimento, da condição física, controle de sobrecarga, influência de fatores internos e externos, monitoramento de atletas e indicador para talentos esportivos (AMADIO e SERRÃO, 2011).

A força muscular dos membros inferiores pode ser avaliada através de saltos verticais por ser um movimento comum em diversos esportes (JESUS, et al 2008; IMPELLIZZIERI *et al.*, 2007; CARPES, 2009) e nos treinamentos esportivos (ALMEIDA *et al.*, 2001) Os testes de saltos verticais são utilizados para a monitoração do treinamento esportivo e para a avaliação de algumas variáveis que interferem no rendimento (ANDRADE *et al.*, 2012). A análise das AB através de saltos verticais é um método validado e confiável (IMPELLIZZIERI *et al.* 2009).

A literatura propõe três tipos de saltos verticais para análise de desempenho: salto agachado (SA), o salto com contra movimento (SCM) e o salto em profundidade (SP). Em todos estes saltos os voluntários são orientados a realizar o melhor desempenho durante a execução do salto, sendo que, dependendo do estudo, há uma padronização da postura inicial onde o indivíduo deve manter as mãos apoiadas na cintura durante todo o movimento. Esta padronização evita que haja a contribuição, ou interferência, dos membros superiores durante o salto (ANDRADE *et al.*, 2012).

No SA, representado na Figura 2, o indivíduo começa a saltar de uma posição agachada a 90° de flexão dos joelhos. Neste salto a principal orientação é que não seja feito um movimento para baixo antes do início do salto, para não ser caracterizado um SCM.

Figura 2: salto agachado

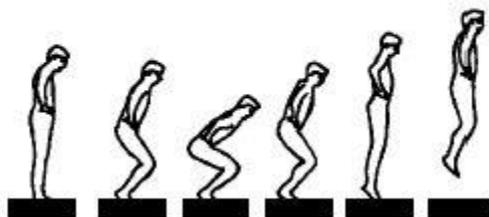


Fonte: (DEZAN *et al.*, 2011)

<http://www.efdeportes.com/efd160/avaliacao-da-funcao-neuromuscular.htm> em 04/11/2014 - 09:47

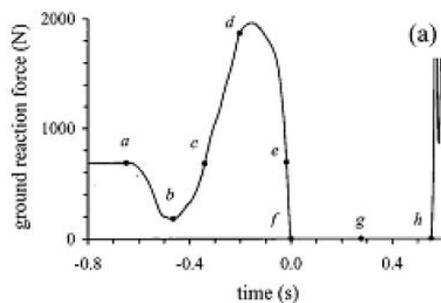
No SCM (FIGURA 3), o indivíduo parte de uma posição em pé e realiza um movimento para baixo, flexionando os quadris e os joelhos, rapidamente inicia o movimento para saltar estendendo as mesmas articulações (LINTHORNE, 2001; MARTINS, 2009), este tipo de movimento é muito comum em diversas atividades por possuir o ciclo de alongamento – encurtamento (CAE) de longa duração, um tipo de ação muscular que está presente em atividades como corrida e saltos (LINTHORNE, 2001) e que tem como principal característica por possuir uma fase excêntrica seguida rapidamente de uma concêntrica (MARTINS, 2009). O gráfico de força x tempo (figura 4) representa a ação da força no tempo no SCM e o gráfico de velocidade x tempo (FIGURA 5) o deslocamento vertical do SCM.

Figura 3: salto com contramovimento



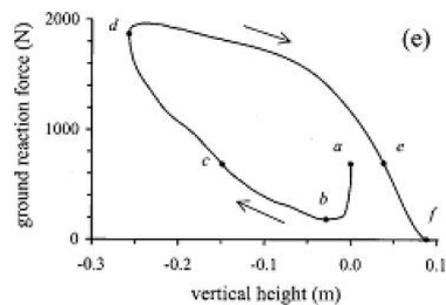
Fonte: (DEZAN *et al.*, 2011) <http://www.efdeportes.com/efd160/avaliacao-da-funcao-neuromuscular.htm> em 04/11/2014 - 09:47

Figura 4: Gráfico força x tempo do CMJ



Fonte: Linthorne, 2001, p.1200

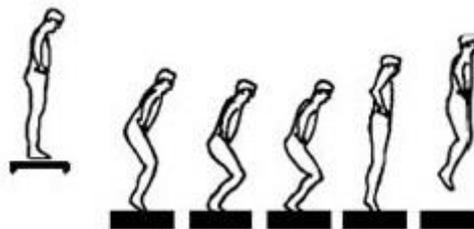
Figura 5: Gráfico força x deslocamento do CMJ



Fonte: Linthorne, 2001, p.1200

No SP (Figura 6) o indivíduo começa o movimento a partir de uma determinada altura de queda, a orientação é que ele realize o menor tempo de contato com o solo antes de realizar o salto.

Figura 6: salto em profundidade



Fonte: (Dezan *et al.*, 2011) <http://www.efdeportes.com/efd160/avaliacao-da-funcao-neuromuscular.htm> em 04/11/2014 - 09:47

Mesmo que os saltos sofram uma determinada influência de uma variabilidade natural (MENZEL *et al.*, 2012) estudos demonstram que os saltos verticais são adequados para a análise da AB.

Geralmente nas plataformas, a FRS é analisada na direção vertical quando queremos avaliar o desempenho em saltos verticais, por ser a direção que ocorre o movimento deste tipo de salto (MENZEL, 2005).

Para a análise das AB algumas variáveis dinâmicas são mensuradas e avaliadas, sendo que, muitas já foram testadas: força máxima ( $F_{\text{máx}}$ ) (CASTANHARO *et al.*, 2011; IMPELLIZZIERI *et al.*, 2009; ), impulso (ARAÚJO, CHAGAS E MENZEL, 2007; CASTANHARO *et al.*, 2011; JESUS *et al.*, 2008) altura do salto (CASTANHARO *et al.*, 2011; CARPES, 2009)), taxa de produção de força (CASTANHARO *et al.*, 2011), potência máxima (JESUS *et al.*, 2008), dentre outras.

Alguns estudos apresentam a análise da AB através de saltos verticais unilaterais ou monopodal como no estudo de Menzel *et al.* (2005), onde os voluntários realizavam o salto vertical agachado, ou “squat jump”, apoiando um dos pés na PF e mantendo o outro em suspensão. Os saltos verticais monopodais, são muito utilizados (LANG, *et al.* 2009) e possibilitam a “quantificação das possíveis diferenças laterais dos membros inferiores” (MENZEL *et al.*, 2005).

Outra proposta é a análise através de saltos verticais bilaterais. A expectativa é que nestes saltos haja uma contribuição similar dos dois membros para a execução do salto (STEPHENS *et al.*, 2007; MARCHETTI, 2009). No estudo de Impellizzeri *et al.* (2009) os voluntários realizaram o salto vertical com as duas pernas, sendo que a perna que estava sendo avaliada ficava em cima da PF e a outra em uma plataforma de madeira, sendo assim as medidas eram analisadas de maneira sequencial, ora um membro ora o outro, neste estudo eles buscaram avaliar a correlação entre o salto vertical e o teste isocinético para identificação das assimetrias. Em outros estudos, como os de Menzel *et al.* (2005), foi utilizado uma PF dupla, que consiste em duas PF posicionadas lado a lado. Para a realização dos saltos os pés são posicionados, cada um em uma plataforma, sendo assim a força de cada membro é analisada de maneira simultânea, e não de maneira sequencial como ocorre no estudo de Impellizzeri *et al.* (2009).

Um estudo piloto feito por Araújo *et al.* (2007) que buscou comparar a sensibilidade do “*hop test for distance*” com *contramovimento* (HTC) e o SCM realizado em plataforma dupla para identificação das assimetrias. No HTC a

assimetria foi calculada a partir da distância que o voluntário atingia e no SCM foi avaliado o impulso gerado com cada perna. Os autores concluíram que o salto vertical possui mais sensibilidade para detectar assimetrias laterais.

Sendo assim, conforme Menzel *et al.* (2006), a análise das AB torna-se importante para controle do treinamento, prevenção de lesões e controle da recuperação em processos terapêuticos, mas para isso é necessário que sejam escolhidos os testes e instrumentos mais adequados para a avaliação.

Para a análise das diversas variáveis citadas é necessário saber se o instrumento de medida usado está apresentando uma consistência na aquisição dos dados, ou seja, deve-se verificar a confiabilidade do aparelho e para este procedimento é utilizado o coeficiente de correlação intraclassa (CCI). O CCI é um método estatístico recomendado para avaliar a confiabilidade de um instrumento (CLARK, 2001, LAUREANO, 2011; WEIR *et al.*, 2005), cujo principal objetivo é verificar se os dados estão apresentando uma variabilidade entre medidas, ou seja, se está havendo uma consistência nos dados obtidos. Ao calcular o CCI busca-se garantir que o aparelho tem uma precisão para aquisição dos dados (LAUREANO, 2011). A confiabilidade se refere a “habilidade de um instrumento de fornecer as mesmas medidas ou dados de forma consistentes” (GADOTTI *et al.*, 2008; FERREIRA *et al.*, 2008), ou seja, este método estatístico analisa se o instrumento é capaz de realizar as mesmas medidas em momentos diferentes (CARDOSO *et al.*, 2007). Podemos encontrar na literatura que um instrumento apresenta homogeneidade em suas medidas quando apresenta valores de CCI maiores que 0,75 (GADOTTI *et al.*, 2006; CICCHETTI, 1994; MAURICIO *et al.*, 2011). Nos estudos que analisam a confiabilidade de um aparelho é importante que seja avaliado a dispersão das medidas (SANTOS, *et al.*, 2011), este procedimento pode ser feito através do erro padrão da média (EPM), este valor é obtido a partir do cálculo do CCI (MAURICIO, *et al.*, 2013). No caso deste estudo o EMP avalia a dispersão dos valores obtidos para as variáveis dinâmicas  $F_{\text{máx}}$  e impulso.

A confiabilidade das variáveis dinâmicas mensuradas em uma plataforma de força são relatadas na literatura (IMPELLIZZERI *et al.*, 2007) entretanto, para duas PF ainda não foram determinadas.

## 2 OBJETIVO

Este estudo propõe verificar a confiabilidade de duas plataformas de força com coleta simultânea das forças de reação do solo para a aquisição das variáveis dinâmicas,  $F_{\text{máx}}$  e impulso, por meio do salto com contramovimento.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Amostra

Participaram deste estudo 16 atletas da Federação Mineira de Tae Kwon do. Na tabela 1 estão descritas as características antropométricas dos atletas.

Eles possuíam idade média de  $20,00 \pm 5,18$  anos, em média  $10,68 \pm 4,85$  anos de prática do esporte, sendo que, 7 voluntários eram da categoria júnior maior, 7 voluntários da categoria adulto e 2 voluntários da categoria sênior

Caracterização da amostra  
Tabela 1

Variável	Feminino n=3	Masculino n=13
Massa (Kg)	$59,36 \pm 13,758$	$69,86 \pm 16,409$
Altura (cm)	$166,66 \pm 7,505$	$175,15 \pm 7,720$

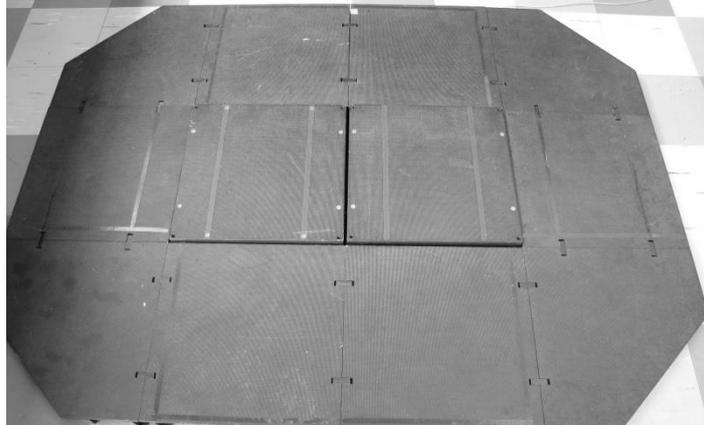
Legenda: Média  $\pm$  desvio padrão

#### 3.2 Coleta de dados

##### 3.2.1 Instrumento

A coleta de dados foi realizada em duas plataformas de força com coleta simultânea das forças de reação do solo (FRS) ambas as plataformas são do modelo PLA3-1D-7KN/JBAZb® (Staniak, Polônia) (FIGURA 7), conectada a um computador no qual continha o software MVJ3® para aquisição dos dados. Foi analisada a componente vertical da FRS com uma frequência de aquisição dos dados de 1000 Hz.

Figura 7: plataforma de força dupla



Fonte: Arquivos de imagens do Laboratório de biomecânica – UFMG

### 3.2.2 Procedimentos

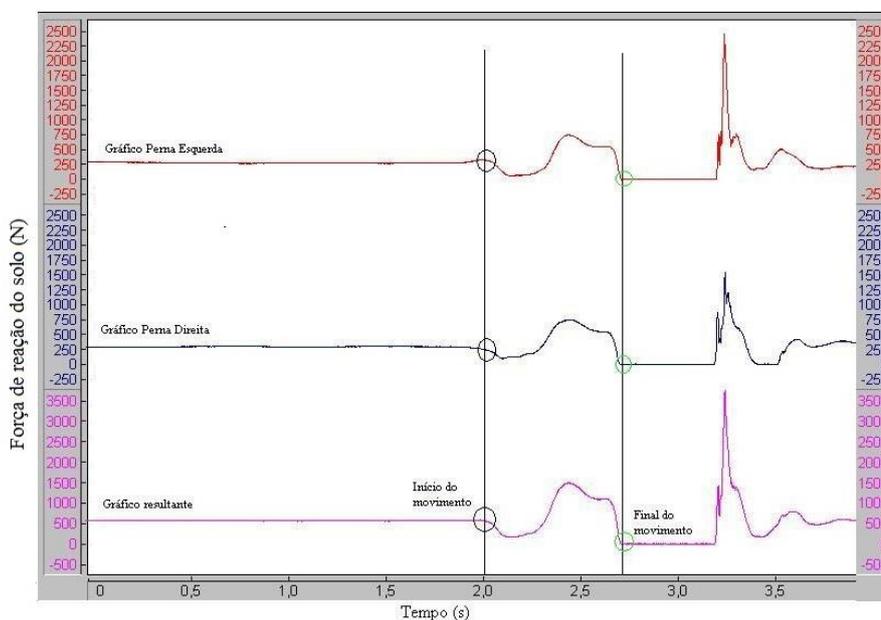
Para realizar os testes primeiramente foram coletados dados antropométricos, massa (kg) e altura (cm) dos voluntários. Os exercícios preparatórios foram realizados pela comissão técnica conforme os atletas já estavam habituados a realizar antes dos treinos. Os voluntários foram familiarizados com os instrumentos e com a técnica do SCM. Neste procedimento os eles foram orientados a realizarem o SCM saltando o mais alto possível, mantendo as mãos na cintura durante todo movimento. Após a familiarização, os voluntários realizaram uma série única contendo seis SCM, com uma pausa de 30 segundos entre as repetições.

### 3.3 Análise dos dados

Foi utilizado o programa DasyLab®, versão 10.0, para determinação do início da curva, conforme apresentado na figura 8. O início do movimento foi determinado quando os valores de força, na curva força-tempo fossem menores do que o valor do peso do indivíduo, esta característica demonstra que houve uma aceleração negativa do movimento descendente da técnica do salto com contramovimento, para determinar o final do movimento, foi observado quando os valores atingiam o valor “zero” quem indica a perda de contato com as plataformas de força, sendo assim a fase de voo do SCM.

Foi elaborada uma rotina, em ambiente Matlab 2011b, para cálculo das variáveis dinâmicas,  $F_{m\acute{a}x}$  e impulso a partir das FRS do SCM. O impulso é correspondente a integral da curva força-tempo. A  $F_{m\acute{a}x}$  corresponde ao maior valor encontrado na curva força-tempo na fase de impulsão. A CCI foi calculada entre os saltos, para cada variável (força máxima e impulso) e cada membro (direito e esquerdo).

Figura 8: determinação do início e do fim da curva x tempo para análise das variáveis dinâmicas



Fonte: Medeiros, 2013 p.49

### 3.3.1 Análise estatística

Os procedimentos estatísticos foram realizados por meio do programa *Statistical Package of the Social Sciences* (SPSS) versão 17.00 (SPSS Inc.). Primeiramente, foi realizada análise estatística descritiva dos dados por meio de média e desvio padrão. Para verificar a confiabilidade das variáveis dinâmicas (impulso e  $F_{\text{máx}}$ ) obtidas em duas PF com coletas simultâneas das FRS foi utilizado o CCI (3,1) (ZOU, 2012). Além disso foi calculado o erro padrão da média (EPM) . O nível de significância adotado foi de  $\alpha \geq 0,05$ .

## 4 RESULTADOS

Nas tabelas abaixo estão relacionados os resultados obtidos nas análises das variáveis dinâmicas deste estudo. Na tabela 2 são apresentados os resultados relativos ao Impulso para cada perna durante o salto vertical com contramovimento. Na tabela 3, estão apresentados os resultados para a  $F_{\text{máx}}$  para o SCM. Em ambas as tabelas também estão apresentados os valores descritivos de média, desvio padrão e valores máximo e mínimo para cada membro e o CCI das variáveis.

Nos resultados relacionados para o impulso foram identificados valores de  $CCI_{\text{imp}}$  maiores que 0,9 ( $p < 0,01$ ), caracterizando assim, que tal variável possui confiabilidade alta e significativa.

Na análise da  $F_{\text{máx}}$ , observa-se valores de  $CCI_{F_{\text{máx}}} = 0,90$  (tabela 03) sendo que para a perna esquerda o resultado foi de  $CCI_{F_{\text{máx}}} = 0,864$ .

TABELA 2

Valores do impulso e do CCI dos membros inferiores (n=16)

<b>Impulso (N.s)</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Dp</b>	<b>EPM</b>	<b>CCI</b>	<b>Valor p</b>
Perna direita	106,05	280,03	167,00	47,62	20,98	0,941	0,001
Perna Esquerda	100,96	271,14	164,01	45,86	19,24	0,937	0,001

TABELA 3

Valores da  $F_{\text{máx}}$  e do CCI dos membros inferiores (n=16)

<b>Força Máxima (N)</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>	<b>EPM</b>	<b>CCI</b>	<b>Valor p</b>
Perna direita	594,31	1166,43	806,26	171,61	56,78	0.900	0.001
Perna Esquerda	592,76	1221,97	803,85	160,88	65,61	0,864	0.001

## 5 DISCUSSÃO

Este estudo teve como principal objetivo verificar a confiabilidade da PF com coleta simultânea das forças de reação do solo por meio do SCM para as medidas cinéticas,  $F_{m\acute{a}x}$  e impulso.

As variáveis selecionadas  $F_{m\acute{a}x}$  e impulso, já foram estudadas na literatura e apresentadas como confiáveis para analisar AB. Entretanto estes estudos não realizaram o SCM em duas plataformas de força com coleta simultânea das FRS.

Em ambas as variáveis avaliadas e em ambos os membros inferiores, neste estudo, foram encontrados valores para os CCI superiores a 0,85 para as variáveis dinâmicas em duas PF. De acordo com Cicchetti (1994) valores de CCI entre 0,75 e 1 são interpretados como excelentes (MENZEL, 2012).

De acordo com os resultados obtidos a  $CCI_{F_{max}} = 0,900$  para a perna direita e  $CCI_{F_{max}} = 0,864$  para a perna esquerda este estudo corrobora o estudo de Impellizieri *et al.* (2007), onde a coleta foi realizada de forma sequencial e de quatro maneiras diferentes: alternada; iniciando com a perna direita, iniciando com a perna esquerda e aleatória (MEDEIROS, 2013), nesse estudo foi encontrado o valor de  $CCI_{F_{max}} = 0,91$ . Também podemos observar que os resultados concordam com os estudos de Cordova e Armstrong (1996), que buscou determinar a confiabilidade das forças de reação do solo durante o salto vertical e encontrou valores de  $CCI_{F_{m\acute{a}x}} = 0,94$ , e com os estudos de Cronin *et al.* (2004), que encontrou valores de  $CCI_{F_{m\acute{a}x}} = 0,97$ . Este estudo também concorda com o estudo de Medeiros (2013) que encontrou  $CCI_{F_{m\acute{a}x}} = 0,85$ .

Os resultados de  $CCI_{imp} = 0,941$  para a perna direita e  $CCI_{imp} = 0,937$  para a perna esquerda, supracitado corroboram o estudo de Medeiros (2013), que apresentou  $CCI_{imp} = 0,86$ , para as medidas destas variáveis em duas plataformas de força. Nesse estudo foi comparado o método de análise sequencial com o simultâneo e a confiabilidade das variáveis na análise simultânea em duas plataformas, foi concluído que ambos os procedimentos são validos para a identificação das assimetrias e que “as variáveis obtidas em duas plataformas

são confiáveis”. Ainda para a variável dinâmica impulso encontramos que os resultados apresentados são concordantes com os estudos realizados por McElveen *et al.* (2010),  $CCI_{\text{impulso}} = 0,800$ , para o membro inferior dominante,  $CCI_{\text{impulso}} = 0,656$ , porém, para mesma variável pode-se observar que os resultados não corroboram o estudo de Cordova e Armstrog (1994) que encontrou o valor de  $CCI_{\text{impulso}} = 0,22$ .

## 6 CONCLUSÃO

Concluí-se que, de acordo com os resultados apresentados, o instrumento apresentou uma homogeneidade entre as suas medidas para coletar as FRS. Considera-se então que a variável impulso, analisada através do SCM, apresentou confiabilidade para coleta simultânea com duas PF e o mesmo aconteceu para a variável  $F_{\text{máx}}$ . Sugere-se mais estudos para analisar, através de amostras maiores, entre dias e outras variáveis relacionadas com as AB e SCM.

## REFERÊNCIAS

- AMADIO, A. C.; SERRÃO, J. C. The biomechanics in physical education and sports. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 25, n. SPE, p. 15-24, 2011.
- ANDRADE, R. M. *et al.* Contribuição dos parâmetros biomecânicos para o desempenho de saltos verticais de jogadoras de basquetebol. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 26, n. 2, p. 181-192, 2012.
- ARAÚJO, S.R.S, CHAGAS, M.H. e MENZEL, H.J. The relationship between vertical jump and hop test for distance (pilot study). ISBS SYMPOSIUM, 25, 2007, Ouro Preto – Brazil 2007)
- CARPES, F.P. **Relação entre simetria bilateral e aspectos neuromusculares do treinamento dos membros inferiores** – Tese de doutorado – Universidade federal do Rio Grande do Sul, 2009.
- CARDOSO, JR *et al.* Confiabilidade intra e interobservador da análise cinemática angular do quadril durante o teste sentar e alcançar para mensurar o comprimento dos isquiotibiais em estudantes universitários. **Rev. bras. fisioter.** [online]. v.11, n.2, p. 133-138, 2007. ISSN 1413-3555. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552007000200008>. Acesso em: 13 jan. 2015.
- CASTANHARO, R. *et al.* Asymmetries between lower limbs during jumping in female elite athletes from the brazilian national volleyball team. **ISBS-Conference Proceedings Archive**, v.1, n.1.p.53-56, 2011.
- CLARK, N. C. Functional performance testing following knee ligament injury. **Physical Therapy in Sport**, v. 2, n. 2, p. 91-105, 2001.
- CROISIER, J. L. *et al.* Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. **American Journal of Sports and Medicine**, v. 36, p. 1469–1475, 2008.
- DEZAN, D.B.. *et al.* Avaliação da função neuromuscular: força máxima concêntrica, isométrica e excêntrica, força muscular isocinética e força reativa - **Revista Digital**. Buenos Aires, Ano 16, n. 160, Setembro de 2011.
- FERREIRA, J. C.; CARVALHO, R. G. S.; SZMUCHROWSKI, L. A. Validade e confiabilidade de um tapete de contato para mensuração da altura do salto vertical. **Brazilian Journal of Biomechanics= Revista Brasileira de Biomecânica**, v. 9, n. 17, p. 93-99, 2009.
- FONSECA, R. A *et al.* Comparação do torque muscular no membro inferior dominante e não-dominante em jogadores de futebol. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMECÂNICA, 12, 2007, São Pedro. **Anais...** Rio Claro: UNESP, 2007. v. 1. p. 742-746.
- HALL, S.J. **Biomecânica Básica**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009.

HAMILL, J. & KNUDZEN, K. **Bases biomecânicas do movimento humano**. São Paulo: Manole, 1999.

IMPELLIZERI *et al.* - A vertical jump force test for assessing bilateral strength asymmetry in athletes- **medicine & science in sports & exercise**, p.2044-2050, 2007.

IMPELLIZZERI, F. M. *et al.* Reliability of isokinetic strength imbalance ratios measured using the Cybex NORM dynamometer. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v.28, n.2, p.113-119, 2008.

JESUS, F.M.R. *et al.* Analysis of lower limbs' strength and asymmetries by isokinetic and vertical jump tests. **ISBS SYMPOSIUM**, 25, 2007, Ouro Preto, Brazil. p.630-633.

LINTHORNE, N. P. Analysis of standing vertical jumps using a force platform. **American Journal of Physics**, v. 69, n. 11, p. 1198-1204, 2001.

MAGALHÃES, J.*et al.* Avaliação isocinética da força muscular de atletas em função do desporto praticado, idade, sexo e posições específicas. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 1, n. 2, p. 13-21, 2001.

MARCHETTI, P.H. *et al.* Influência da lateralidade nas assimetrias morfológicas e funcionais em indivíduos sedentários. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**- p.8-14, 2009.

MARTINS, R.C. **Análise das variáveis dinâmicas dos saltos verticais**. Monografia de graduação, Curso de Educação Física Universidade Federal de Minas Gerais Belo Horizonte, 2009.

MAULDER, P.; CRONIN, J. Horizontal and vertical jump assessment: reliability, symmetry, discriminative and predictive ability. **Physical Therapy in Sport**, n.6, p.74 -82, 2005.

MAURICIO, C. O.; RUNGUE, M. S.; LARRAGUIBEL, R., & ORTEGA, D. R. Inter-session confidence of balance assessment with TOBtrainerMR. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.19, n.5, p.376-378, 2013.

MEDEIROS, F.B. **Identificação de assimetrias bilaterais dos membros inferiores por meio de salto vertical em plataforma de força** – Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

MENZEL, H. J. *et al.* Reliability of symmetry differences of dynamics variables during countermovement jump. In: **ISBS SYMPOSIUM**, 30. Melbourne, Australia, p.327-330, 2012.

MENZEL, H. J.; CHAGAS, M. H.; CRUZ, G. L. H. Identification of bilateral asymmetries in lower limbs of soccer players by vertical jumps on a double force platform. In: **ISBS-Conference Proceedings Archive**. p. 1-4, **ISBS SYMPOSIUM**, 24, Salzburg – Austria, 2006.

NEWTON, R. U. *et al.* Determination of functional strength imbalance of the lower extremities. **Journal of Strength and Conditioning Research**, n.20, p.971-977, 2006.

SANTOS, Carolline Maciel dos *et al.* Confiabilidade intra e interexaminadores e erro da medição no uso do goniômetro e inclinômetro digital. **Rev Bras Med Esporte** [online]. 2012, v.18, n.1, pp. 38-41. ISSN 1517-8692.

SILVA, C.B.M. **Diagnóstico de assimetrias laterais dos membros inferiores em jogadores de futebol por meio de variáveis biomecânicas e de testes motores**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

TEIXEIRA, L. A.; PAROLI, R. Assimetrias laterais em ações motoras: Preferência versus desempenho. **Motriz**, v. 6, n. 1, p. 1-8, 2000.

LAUREANO, G.H.C . **Coefficiente de Correlação Intraclasse**: comparação entre métodos de estimação clássico e bayesianos. Monografia de Graduação. Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul, Porto Alegre, 2011.

WEIR, Joseph P. "Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM." **The Journal of Strength & Conditioning Research** v.19, n.1, p.231-240, 2005.

ZIFCHOCK, R. A. *et al.* The symmetry angle: a novel, robust method of quantifying asymmetry. **Gait & Posture**, n.27, p.622-627, 2008.